

Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Temelinde Matematik Alan Becerilerinin Yatay ve Dikey Bağlamda Çok Yönlü Analizi

Veysel GÖÇER, Milli Eğitim Bakanlığı, ORCID ID: 0000-0002-9242-6863

Okan KUZU, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, ORCID ID: 0000-0003-2466-4701

Öne Çıkanlar

- İlkokulda matematiksel araç ve teknoloji çalışma becerisi güçlü bir gelişim göstermiştir.
- Ortaokulda problem çözme becerisi 7. sınıfta artmıştır.
- Matematiksel muhakeme ve veri analizi becerileri tüm kademelerde sınırlı kalmıştır.
- Teknoloji, matematiksel muhakeme ve problem çözme süreçlerini desteklemektedir.

Öz

Bu çalışmada, Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli temelinde matematik alan becerilerinin; beceriler arası ilişkiler, öğrenme çıktıları ve temalar açısından, yatay ve dikey bağlamda çok yönlü analiz edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda beceriler arası ilişkiler, öğrenme çıktıları ve temalar bağlamında matematik alan becerilerinin eğitim kademeleri ve sınıflara göre dağılımının nasıl olduğu belirlenmiştir. Nitel araştırma desenlerinden durum çalışması desinin tercih edildiği çalışmada veri kaynağı olarak 2024 yılında Millî Eğitim Bakanlığı tarafından yayımlanan İlkokul, Ortaokul ve Ortaöğretim Matematik Dersi Öğretim Programları kullanılmıştır. Verilerin analizi sürecinde betimsel analiz tekniğinden yararlanılmıştır. Yapılan analizler sonucunda, eğitim kademelerine göre matematik alan becerilerinin dağılımında belirgin farklılıklar olduğu ortaya çıkmıştır. İlkokul düzeyinde, matematiksel araç ve teknoloji ile çalışma becerisinin diğer becerilere kıyasla daha tutarlı bir gelişim gösterdiği, ancak matematiksel muhakeme, problem çözme, veri ile çalışma ve veriye dayalı karar verme becerilerinin daha sınırlı ele alındığı görülmektedir. Ortaokulda, matematiksel problem çözme becerisinin özellikle 7. sınıfta yükselişe geçtiği belirlenmiştir. Lise düzeyinde ise matematiksel araç ve teknoloji ile çalışma becerisi tekrar ön plana çıkarken, matematiksel muhakeme ve veri ile çalışma becerileri sınırlı kalmıştır. Matematiksel temsil ve matematiksel araç ve teknoloji ile çalışma becerileri, öğrenme çıktıları bağlamında en çok ele alınan beceriler arasında yer almaktadır. Ancak, problem çözme becerisi ilkökulda yoğun bir şekilde sunulurken, ortaokul ve lisede düzeyinde bu yoğunluğun azaldığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Matematik Alan Becerileri, Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli, Beceriler Arası İlişkiler, Öğrenme Çıktıları, Eğitim Kademeleri



Inönü Üniversitesi
Eğitim Fakültesi Dergisi
Cilt 26, Sayı 2, 2025
ss. 1061-1109
[DOI](#)
10.17679/inuefd.1637696

Makale Türü
Araştırma Makalesi

Gönderim Tarihi
11.02.2025

Kabul Tarihi
05.08.2025

Önerilen Atıf

Göçer, V. ve Kuzu, O. (2025). Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli temelinde matematik alan becerilerinin yatay ve dikey bağlamda çok yönlü analizi. *Inönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 26(2), 1061-1109. DOI: 10.17679/inuefd.1637696



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

1. Giriş

Matematik alan becerileri, bireyin matematiksel düşünme ve problem çözme yetkinliklerini geliştirmeye yönelik bütünleşik bir yaklaşım sunar. 2024 yılında yayınlanan Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli (TYMM) kapsamında belirlenen beş temel alan becerisi ise şunlardır; matematiksel muhakeme, matematiksel problem çözme, matematiksel temsil, veri ile çalışma ve veriye dayalı karar verme ile matematiksel araç ve teknoloji kullanımıdır (Millî Eğitim Bakanlığı, 2024). Bu beceriler, matematik eğitiminde yalnızca alan bilgisinin değil, aynı zamanda alan bilgisinin nasıl yorumlanacağını, analiz edileceğini ve günlük yaşam bağlamında nasıl uygulanacağını da kapsamaktadır. Böylece TYMM de öğrencilerin matematiği yalnızca bir ders olarak değil, günlük yaşamın ve bilimsel süreçlerin temel bir unsuru olarak kavramaları amaçlanmaktadır.

Letonya’da 2020’de yürürlüğe giren yeni matematik öğretm programında, önceki yıllardan farklı olarak düşünme becerileri, analiz, yorumlama, kanıtlama, genelleme ve benzeri zihinsel süreçler açık bir şekilde tanımlanmıştır. Analitik düşünme, genelleme ve gösterim gibi beceriler hem geçmişte hem de özellikle 2020 sonrası programlarda önemle vurgulanmıştır. Bu beceriler, öğrencilerin yalnızca matematiksel bilgi değil, aynı zamanda yaşam becerileri, eleştirel düşünme, problem çözme ve karar verme gibi alanlarda da gelişimlerini amaçlamaktadır (Lāma ve Andersone, 2021). Bu beceriler, öğrencilerin matematiksel bilgiyi edinmeleri ve teknik beceriler geliştirmeleri için kritik öneme sahiptir. Ayrıca teknoloji entegrasyonunun, öğretmenlerin derslerinde teknolojiyi nasıl kullanacaklarını anlamalarına yardımcı olan bir pedagojik içerik bilgisi geliştirmelerine olanak tanıdığı söylenebilir. Özeren ve Göçer (2024) yaptıkları çalışmada öğretmenlerin matematik öğretimine karşı tutumları ve matematik için teknolojik pedagojik alan bilgileri ile anlamlı bir ilişkinin varlığını belirlemişlerdir. Bu bağlamda, öğretmenlerin matematik öğretim süreçlerinde teknoloji kullanımı, öğrencilerin matematiksel becerilerini geliştirmede önemli bir rol oynadığı söylenebilir.

Öğrencilerin matematiksel düşünme becerilerini artırmak için kullanılan yöntemlerden biri de sorgulama becerisidir. Mahmud ve Drus (2023), öğretmenlerin öğrencilerin akıl yürütme becerilerini geliştirmek için sorgulama gerektiren sorular kullandığını belirtmişlerdir. Bu tür sorular, öğrencilerin yaratıcı düşüncelerini teşvik ederek problemlere alternatif çözümler bulmalarına yardımcı olmaktadır. Ayrıca, matematiksel problem çözme süreçlerinde eleştirel düşünme becerilerinin geliştirilmesi de önemlidir (Setiana vd., 2019). Eleştirel düşünme, öğrencilerin matematiksel problemleri daha anlamlı bir şekilde çözmelerine olanak tanıyabilir. Bu bilgiler ışığında matematik öğretim sürecinde birçok beceri, birlikte ilişkisel olarak verilebilmektedir. Nitekim Kuzu, Göçer ve Akçay (2024) yaptıkları çalışmada ilkökul özelinde matematik dersinde yirmi bütünleşik beceriden on sekizine programda yer verildiği gibi temel becerilere ve üst düzey düşünme becerilerine de yer verildiğini belirtmişlerdir.

Matematiksel öğrenme süreçlerinde, öğrencilerin yansıtıcı düşünme ve problem çözme becerilerinin geliştirilmesi kritik bir öneme sahiptir (Apriatni vd., 2022). Bu beceriler, öğrencilerin matematiksel kavramları yalnızca ezberlemekle kalmayıp, aynı zamanda bu kavramları derinlemesine anlayarak farklı durumlara uygulayabilmelerini sağlar. Böylece öğrenciler, karşılaştıkları matematiksel sorunları analiz edebilir, çözüm yolları üretebilir ve bu yolları değerlendirme yetkinliği kazanabilir. Bununla birlikte, yalnızca bireysel çözüm üretme becerisi yeterli değildir; matematiksel iletişim becerileri de öğrencilerin düşüncelerini açık ve doğru biçimde ifade etmelerini, gerek öğretmenleri gerekse akranlarıyla etkili etkileşim kurmalarını mümkün kılmaktadır (Syukri vd., 2020). Bu tür iletişim ortamları, öğrencilerin farklı bakış açılarını görmelerini ve kendi düşüncelerini yeniden yapılandırmalarını desteklemektedir. Tüm bu becerilerin gelişimini desteklemek için, matematik öğretiminde çeşitli öğrenme ortamlarının ve etkileşimli araçların kullanımı büyük önem taşır. Nitekim yapılan araştırmalar, teknoloji destekli ve öğrenci merkezli öğrenme ortamlarının, öğrencilerin derse aktif katılımını

artırdığını ve öğrenmenin kalıcılığını sağladığını göstermektedir (Kutluca vd., 2020). Dolayısıyla, matematiksel düşünme, iletişim ve problem çözme becerilerinin bütüncül şekilde geliştirilmesi, ancak zenginleştirilmiş öğretim ortamlarıyla mümkün olabilmektedir.

Matematik alan becerileri arasında yer alan matematiksel temsil, genellikle çeşitli biçimlerde (görsel, sembolik, sözlü) ifade edilen matematiksel bilgilerin organizasyonunu içermektedir (Awaludin vd., 2021; Prayitno vd., 2021). Bu bağlamda, matematik eğitimi alanında yapılan araştırmalar, öğrencilerin temsil becerilerini geliştirmek için farklı öğretim yöntemlerinin matematiksel temsil becerilerini artırmada etkili olduğunu göstermektedir (Alifa vd., 2022; Noer ve Gunowibowo, 2018). Matematiksel temsil becerisinin geliştirilmesinde, öğretmenlerin rolü de oldukça önemlidir. Öğretmenlerin, öğrencilerin farklı temsil biçimlerini kullanmalarını teşvik eden bir öğrenme ortamı yaratmaları, öğrencilerin matematiksel kavramları daha iyi anlamalarına yardımcı olur (Gurat, 2018). Öğrencilerin çeşitli temsil biçimlerini kullanabilmeleri, matematiksel problemleri çözme süreçlerinde daha etkili olmalarını sağlar (Pagiling vd., 2022; Rofiki ve Santia, 2018). Dolayısıyla, öğretmenlerin, öğrencilere matematiksel temsilleri kullanarak problem çözme stratejileri geliştirmeleri için rehberlik etmeleri gerekmektedir (Supriadi vd., 2024). Bundan önce yayınlanmış öğretim programlarında olduğu gibi özelde 2024 matematik öğretim programları, genelde ise tüm öğretim programlarında “öğretmen rehberliği” önemli bir anahtar kavram olarak öne çıkmaktadır.

2024 matematik öğretim programlarında yer alan veri ile çalışma ve veriye dayalı karar verme becerisi, günümüz iş dünyasında ve akademik alanlarda giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Veri analitiği, organizasyonların karar alma süreçlerini optimize etmelerine yardımcı olmakta ve bu süreçte kullanılan verilerin kalitesi, kararların etkinliğini doğrudan etkilemektedir. Özellikle büyük veri teknolojileri ve veri bilimi uygulamaları, karar verme süreçlerini otomatikleştirme ve ölçeklendirme imkânı sunmaktadır. Bu bağlamda, veri odaklı karar verme, organizasyonların performansını önemli ölçüde artırma potansiyeline sahiptir (Provost ve Fawcett, 2013). Bunun yanında veri ile çalışma becerisi, liderlerin karar alma süreçlerinde kullandıkları veri türlerini anlamalarını gerektirebilir. Etkili veri analizi ve yorumlama yeteneği, karar alma süreçlerinin kalitesini artırmaktadır (Tang ve Han, 2022). Ayrıca, veri analitiği ve karar destek sistemleri, organizasyonların stratejik kararlar almasına olanak tanıyabilir. Örneğin, insan kaynakları analitiği, çalışan verilerini analiz ederek organizasyonel performansı ve çalışan bağlılığına (Muktamar ve Nurnaningsih, 2024) ilişkin verileri ortaya çıkararak daha verimli hizmet sunma kapasitesini artırma (Truong ve Manh, 2021) konularında önemli bilgiler sunmaktadır. Bu bağlamda, veri analitiği, kamu politikalarının oluşturulmasında ve uygulanmasında önemli bir araç hâline gelmektedir (Shorfuzzaman, 2017).

Matematik dersi öğretim programlarında yer alan matematik problem çözme becerisi, karmaşık sorunların analizi, stratejiler geliştirme ve çözüm bulma yeteneklerini kapsamaktadır. Araştırmalar, problem çözme süreçlerinin geliştirilmesinde çeşitli yöntemlerin etkili olduğunu göstermektedir. Karakuş Aktan, Aslan ve Yalçın (2021) tarafından yapılan çalışmada, okuma stratejileri eğitimi alan öğrencilerin matematik problem çözme başarılarının daha yüksek seviyelerde olduğunu belirlemişlerdir. Benzer şekilde Popham, Adams ve Hodge (2019), öz düzenleme yöntemini kullanarak matematiksel bağlamda problem çözme zorluklarının üstesinden gelem konusunda anlamlı bir etki gösterdiğini ispatlamıştır. Novotná ve arkadaşları (2014) ise problemlerin çözümünde grafiklerin ve analogik yaklaşımların kullanımı ile görsel hayal gücünün önemini ortaya koymuşlardır. Pradana (2024), problem çözme becerisinin eleştirel düşünme becerilerini geliştirdiğini ve problemleri çözümleme süreçlerine yardımcı olduğunu vurgulamıştır. Bu bağlamda, problem çözme becerisine ait süreçlerin işletilmesinin, farklı becerilerin gelişiminde etkili olduğu (Tambunan, 2019) ortaya konulmaktadır.

1.1. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmada, Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli temelinde matematik alan becerilerinin; beceriler arası ilişkiler, öğrenme çıktıları ve temalar açısından, aynı sınıf düzeyinde (yatay) ve gerek sınıf gerekse kademeler arası (dikey) bağlamda nasıl yapılandığının çok yönlü analiz edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda aşağıdaki sorulara yanıt aranmıştır:

- 1) Beceriler arası ilişkilere göre matematik alan becerilerinin yatay ve dikey bağlamda dağılımı nasıldır?
- 2) Öğrenme çıktılarına göre matematik alan becerilerinin yatay ve dikey bağlamda dağılımı nasıldır?
- 3) Temalara göre matematik alan becerilerinin yatay ve dikey bağlamda dağılımı nasıldır?

2. Yöntem

2.1. Model

Bu çalışmada, toplanan verilerin niteliği, veri toplama süreci ve verilerin analizi dikkate alındığında nitel araştırma yaklaşımı benimsenmiştir. 2024 İlkokul, Ortaokul ve Lise Matematik Dersi Öğretim Programlarının matematik alan becerileri bağlamında yatay ve dikey olarak nasıl dağıldığının araştırıldığı bu çalışmada durum çalışması deseni kullanılmış olup doküman incelemesi ile veriler toplanmıştır.

2.2. Veri Kaynakları

Çalışmada veri kaynağı olarak, 2024 yılında Millî Eğitim Bakanlığı tarafından yayımlanan İlkokul Matematik Dersi Öğretim Programı (1, 2, 3 ve 4. Sınıflar), Ortaokul Matematik Dersi Öğretim Programı (5, 6, 7 ve 8. Sınıflar), Ortaöğretim Matematik Dersi Öğretim Programı (Hazırlık, 9, 10, 11 ve 12. Sınıflar) kullanılmıştır (MEB, 2024).

2.3. Verilerin Toplanması

Araştırmanın verileri doküman incelemesi yolu ile toplanmıştır. Doküman incelemesi, bilimsel araştırmanın önemli bir parçası olarak, mevcut bilgiyi derleyip analiz ederek yeni bilgi üretimine katkıda bulunduğu (Luo vd., 2019) gibi yazılı materyallerin sistematik bir şekilde analiz edilerek verilerin toplanması ve yorumlanması sürecini ifade etmektedir (Bowen, 2009). Bunun yanında çalışmada veri toplama sürecinde geçmişe dair bilgilerin incelenmesinde etkili bir yöntem olması, araştırmacılara geniş bir veri yelpaze sunması, maliyet ve zaman açısından diğer yöntemlere göre daha ekonomik olmasından dolayı doküman incelemesi (Merriam, 2009) tercih edilmiştir.

Çalışmada doküman inceleme sürecinde ilk aşamada ilgili dokümanları belirlenmiştir. Bu kapsamda araştırma konusuyla ilgili yazılı kaynaklar (ilgili matematik öğretim programları) taranmış ve araştırmanın amacına hizmet edecek dokümanlar seçilmiştir (Prior, 2003). Seçilen dokümanlar, araştırma soruları doğrultusunda detaylı bir şekilde tasnif edilerek veri toplama süreci bitirilip analiz sürecine geçilmiştir.

2.4. Verilerin Analizi

Bu çalışmada, matematik öğretim programlarının içeriklerini incelemek amacıyla betimsel analiz tekniğinden yararlanılmıştır. Betimsel analiz, nitel verilerin belirli temalar çerçevesinde düzenlenmesini ve anlamlandırılmasını sağlayan sistematik bir analiz türüdür (Yıldırım ve Şimşek, 2021). Araştırma kapsamında, İlkokul, Ortaokul ve Ortaöğretim Matematik Dersi Öğretim Programları incelenmiştir. Bu dokümanların taranması sürecinde belirli anahtar kelimeler ve seçim kriterleri esas alınmıştır. Anahtar kelimeler olarak “Alan Becerileri”, “Beceriler Arası İlişkiler”, “Tema” ve “Sınıf” ifadeleri ile matematik alan becerileri (MAB) kısaltması kullanılmıştır. Bu kelimeler, öğretim programlarında matematiksel bağlamda

becerilerin doğrudan belirtildiği veya dolaylı olarak bağlam oluşturduğu bölümleri tanımlamada en sık ve tutarlı şekilde kullanılan kavramlar olduğu için tercih edilmiştir. Tarama sürecinde anahtar kelimeler ve belirli kriterlerin kullanılması, ilgili verilerin analiz edilmesine olanak sağlamaktadır (Drewniak vd., 2017). Belirlenen anahtar kelimeler, hem MEB öğretim programlarının yapısal diline hem de benzer doküman analizlerinde kullanılan tarama yöntemlerine uygun olarak seçilmiştir. Böylece, araştırmanın odaklandığı becerilere dair içeriklere sistematik biçimde erişim sağlanmıştır.

Veri analizi süreci, birden fazla araştırmacı tarafından yürütülmüştür. İlk etapta, tüm araştırmacılar matematik öğretim programlarını bağımsız biçimde tarayarak matematik alan becerilerinin yatay (sınıflara) ve dikey (eğitim kademelerine) bağlamda beceriler arası ilişkiler, öğrenme çıktıları ve temalar bağlamında dağılımını yapmışlardır. Ardından, elde edilen veriler karşılaştırılarak tutarlılık kontrolü yapılmış ve veriler arasında ortaya çıkan farklar müzakere edilerek uzlaşmaya varılmıştır. Bu süreçte, araştırmacılar arası güvenilirlik oranı hesaplanmış ve Miles ve Huberman'ın (2016) önerdiği formül $[Güvenilirlik = Görüş\ birliği / (Görüş\ birliği + Görüş\ ayrılığı)]$ doğrultusunda güvenilirlik oranı %95'in üzerinde bulunmuştur. Bu oran, nitel araştırmalarda kabul edilen güvenilirlik eşiğini karşılamaktadır. Elde edilen veriler, araştırmanın amaçlarına uygun şekilde araştırma soruları temelinde tematik olarak sınıflandırılmış olup sınıf, eğitim kademesi ve tema düzeyine ilişkin bulgular ayrı ayrı sunularak yorumlanmıştır. Böylece, matematik alan becerilerinin öğretim programlarındaki yerleşimi, sınıflar, kademeler ve temalar bağlamında sistematik biçimde dağılımı yatay ve dikey bağlamda ortaya konmuştur.

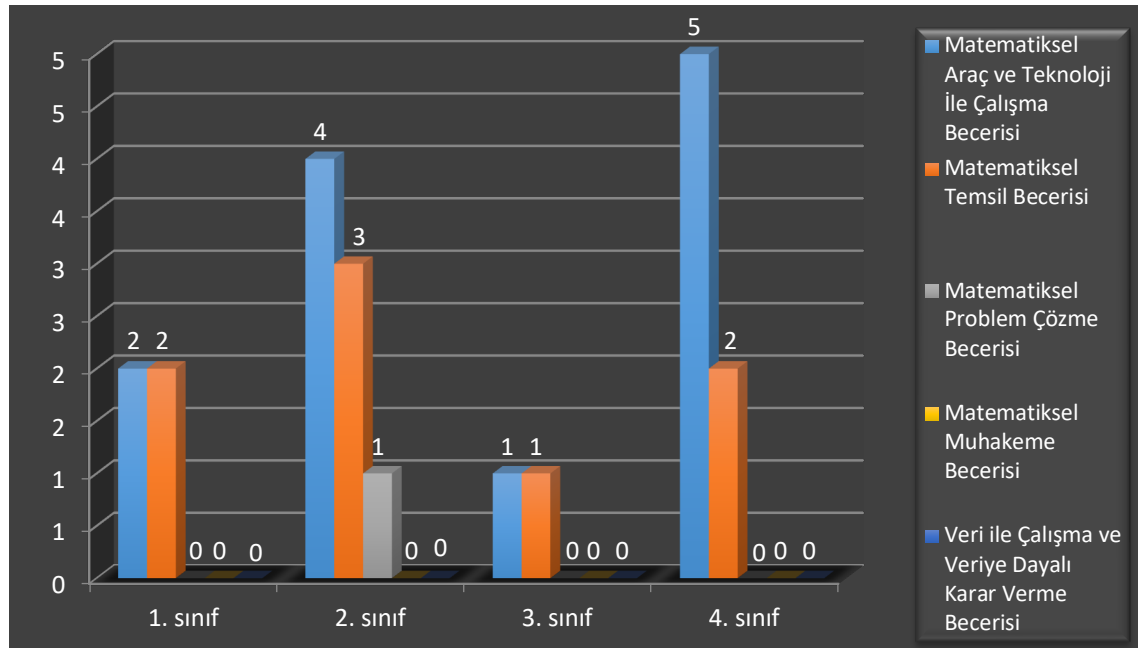
3. Bulgular

3.1. Beceriler Arası İlişkiler Bağlamında Matematik Alan Becerilerinin Dağılımı

Beceriler arası ilişkiler bağlamında matematik alan becerilerinin ilkokuldaki dağılımı Şekil 1'de göstermektedir.

Şekil 1.

Beceriler arası ilişkiler bağlamında matematik alan becerilerinin ilkokuldaki dağılımı



Şekil 1 incelendiğinde ilkokul seviyesinde matematik alan becerileri, sınıflar ilerledikçe nasıl bir değişim gösterdiği anlaşılmaktadır. Şekil 1 incelendiğinde matematiksel araç ve teknoloji ile çalışma becerisinin, ilkokul boyunca tutarlı bir şekilde gelişim gösteren beceri

olduğu görülmektedir. Bu beceri 4. sınıfta en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Matematiksel temsil becerisi, başlangıçta güçlü bir gelişim göstermiş, ancak 3. sınıfta düşüş yaşamış ve 4. sınıfta bir toparlanma sergilediği görülmektedir. Problem çözme, matematiksel muhakeme ve veri ile çalışma ve veriye dayalı karar verme becerileri ise ilkokulda beceriler arası ilişkiler bağlamında çok az değinildiği görülmektedir. Bu şekil, matematik alan becerilerinin ilkokuldaki dağılımının farklılık gösterdiğini ortaya koymaktadır.

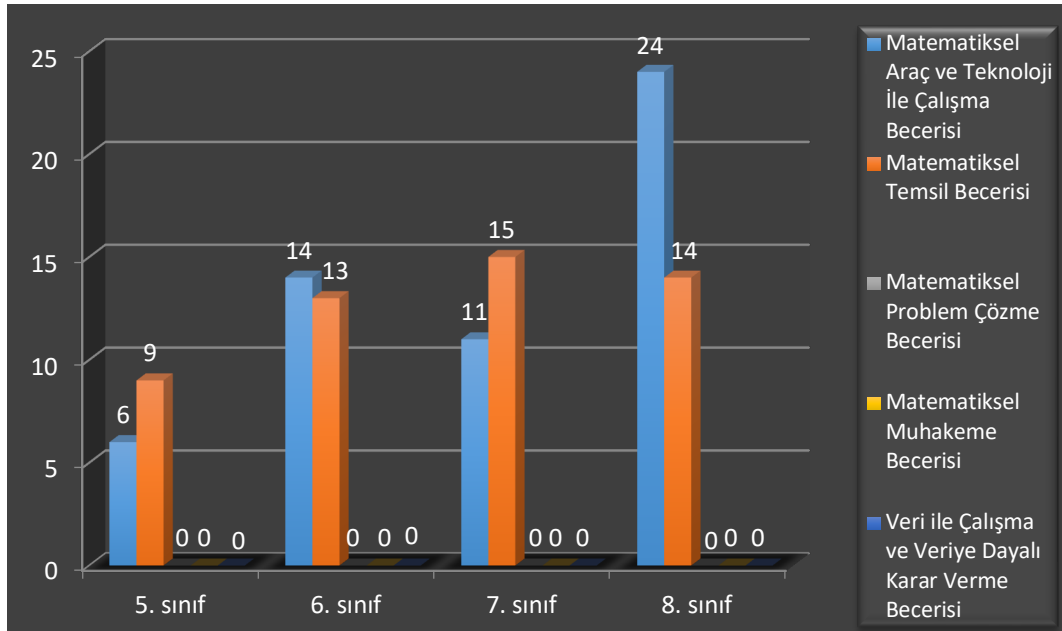
Şekil 2.

İlkokulda matematik alan becerilerine ait kelime bulutu



Şekil 3.

Beceriler arası ilişkiler bağlamında matematik alan becerilerinin ortaokuldaki dağılımı



Şekil 3 incelendiğinde matematiksel araç ve teknoloji ile çalışma becerisinin en az 5.sınıfta vurgulandığı görülmektedir. Fakat 5. sınıftan sonra bu beceri sürekli artış göstermiş olup 8. sınıfta zirve yapmıştır. Matematiksel temsil becerisi ise ortaokulun başından itibaren

güçlü bir gelişim göstermiş olup 7. sınıfta en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Fakat 8. sınıfta küçük bir gerileme yaşamıştır. Matematiksel problem çözme, matematiksel muhakeme ve veri ile çalışma ve veriye dayalı karar verme becerilerine ise ortaokul kademesinde beceriler arası ilişkiler bağlamında kullanılmadığı görülmektedir. Bu şekil, matematik alan becerilerinin ilkökulda olduğu gibi dağılımının farklılık gösterdiğini ortaya koymaktadır.

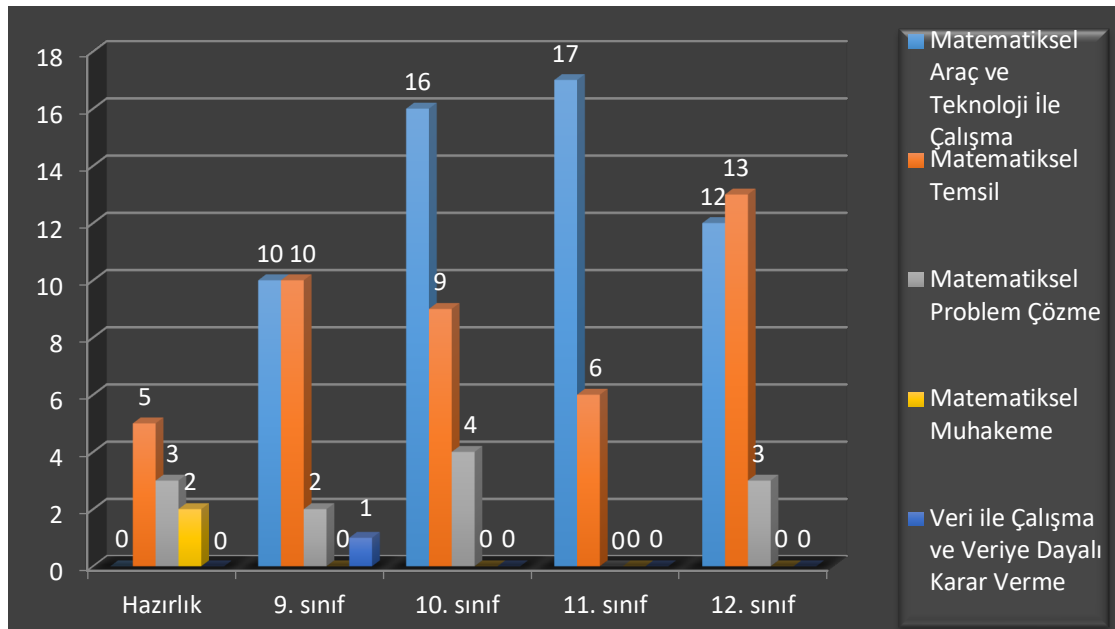
Şekil 4.

Ortaokulda matematik alan becerilerine ait kelime bulutu



Şekil 5.

Beceriler arası ilişkiler bağlamında matematik alan becerilerinin lisedeki dağılımı



Şekil 5 incelendiğinde matematiksel araç ve teknoloji ile çalışma becerisi, lise boyunca sürekli olarak öne çıkmıştır. 11. sınıfta zirveye ulaşmış ve 12. sınıfta düşüş göstermiştir. Matematiksel temsil becerisi, başlangıçta (hazırlık ve 9. sınıf) güçlü bir gelişim göstermiştir. Ancak 10. ve 11. sınıfta düşüş yaşamış olup 12. sınıfta toparlanmıştır. Matematiksel problem çözme becerisi, 10. sınıfta en yüksek seviyeye ulaşmış, ancak 11. sınıfta tamamen kaybolmuş

ve 12. sınıfta kısmen geri dönmüştür. Matematiksel muhakeme ve veri ile çalışma ve veriye dayalı karar verme becerisi, hazırlık sınıfından 12. sınıfa kadar sınırlı kullanımının olduğu Şekil 5'ten anlaşılmaktadır.

Şekil 6.

Lisede beceriler arası ilişkiler bağlamında matematik alan becerilerine ait kelime bulutu

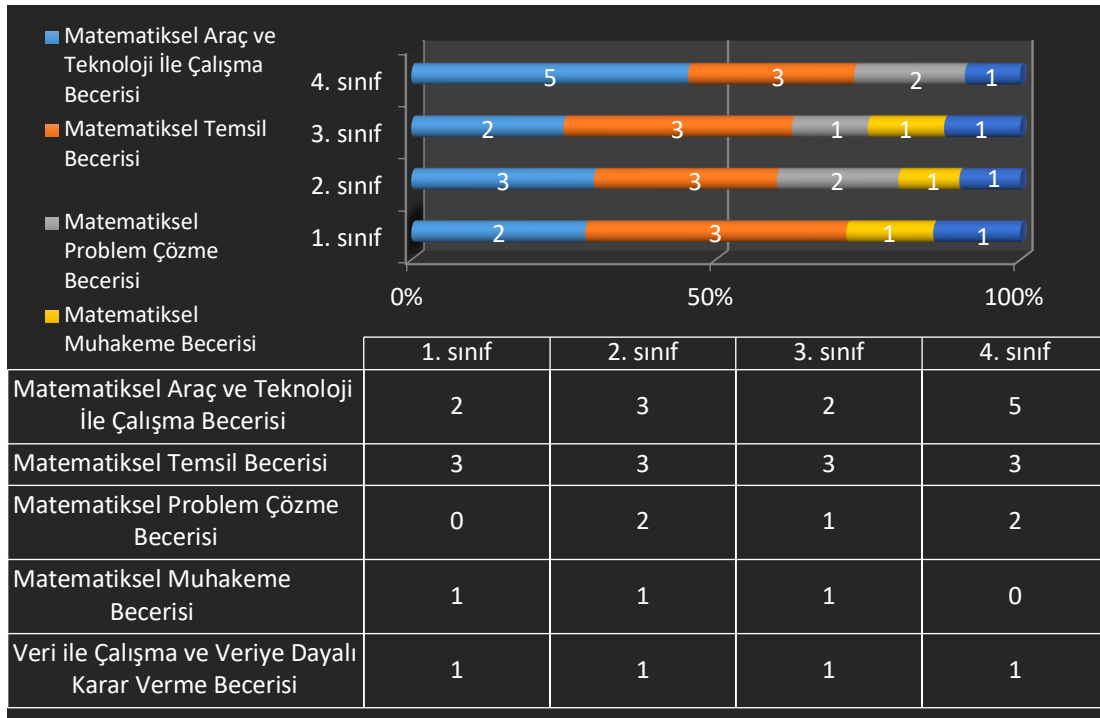


3.2. Öğrenme Çıktıları Bağlamında Matematik Alan Becerilerinin Dağılımı

Öğrenme çıktıları bağlamında matematik alan becerilerinin ilkokuldaki dağılımı Şekil 7'de göstermektedir.

Şekil 7.

Öğrenme çıktıları bağlamında matematik alan becerilerinin ilkokuldaki dağılımı

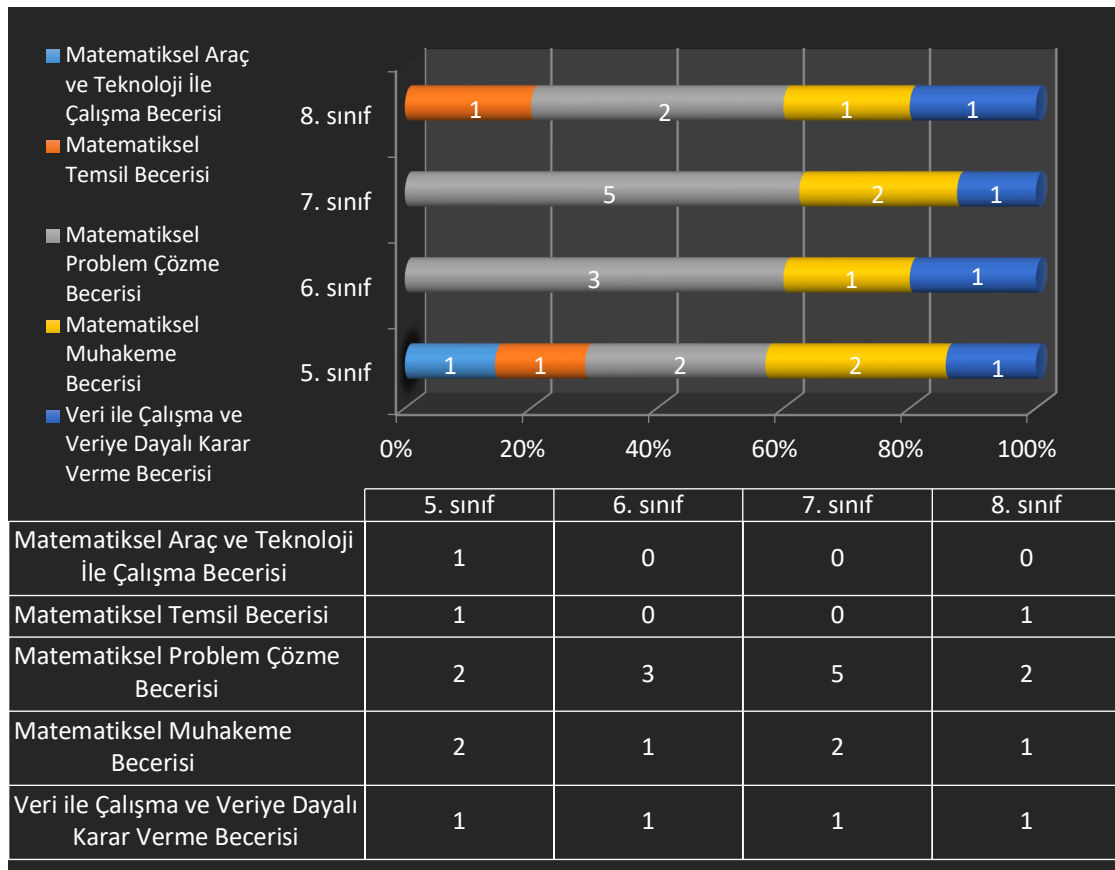


1. sınıfta, en fazla öğrenme çıktısı matematiksel temsil becerisi için belirlenmiş (3 öğrenme çıktısı) olup, bunu matematiksel araç ve teknoloji ile çalışma becerisi (2 öğrenme

çıktısı) takip etmektedir. Matematiksel muhakeme ve veri ile çalışma ve veriye dayalı karar verme becerileri 1 öğrenme çıktısı ile düşük düzeyde kalırken, matematiksel problem çözme becerisi bu sınıfta hiç ele alınmamıştır. 2. sınıfta, matematiksel temsil ile matematiksel araç ve teknoloji becerileri eşit seviyede kullanılmış ve matematiksel problem çözme becerisi de ilk kez 2 öğrenme çıktısı ile 2. sınıfta ele alınmıştır. Ancak matematiksel muhakeme ve veri ile çalışma ve veriye dayalı karar verme becerileri, 1 öğrenme çıktısı ile sabit kalmıştır. 3. sınıfta, matematiksel temsil becerisi (f=3) ön planda kalmaya devam ederken, matematiksel araç ve teknoloji ile çalışma becerisi 2 öğrenme çıktısı ile onu takip etmiştir. Ancak matematiksel problem çözme becerisi bu sınıfta gerileyerek 1 öğrenme çıktısına düşmüş, matematiksel muhakeme ve veri ile çalışma ve veriye dayalı karar verme becerilerinde ise herhangi bir artış gözlemlenmemiştir. 4. sınıfta ise matematiksel araç ve teknoloji ile çalışma becerisi 5 öğrenme çıktısı ile zirveye ulaşmıştır. Matematiksel temsil becerisi (f=3) sabit kalmış, matematiksel problem çözme becerisi ise 2 öğrenme çıktısına yükselmiştir. Buna karşın matematiksel muhakeme becerisi bu sınıfta öğrenme çıktılarında hiç kullanılmamış ve Veri ile Çalışma ve Veriye Dayalı karar verme becerisi sabit şekilde düşük düzeyde kalmaya devam etmiştir.

Şekil 8.

Öğrenme çıktıları bağlamında matematik alan becerilerinin ortaokuldaki dağılımı



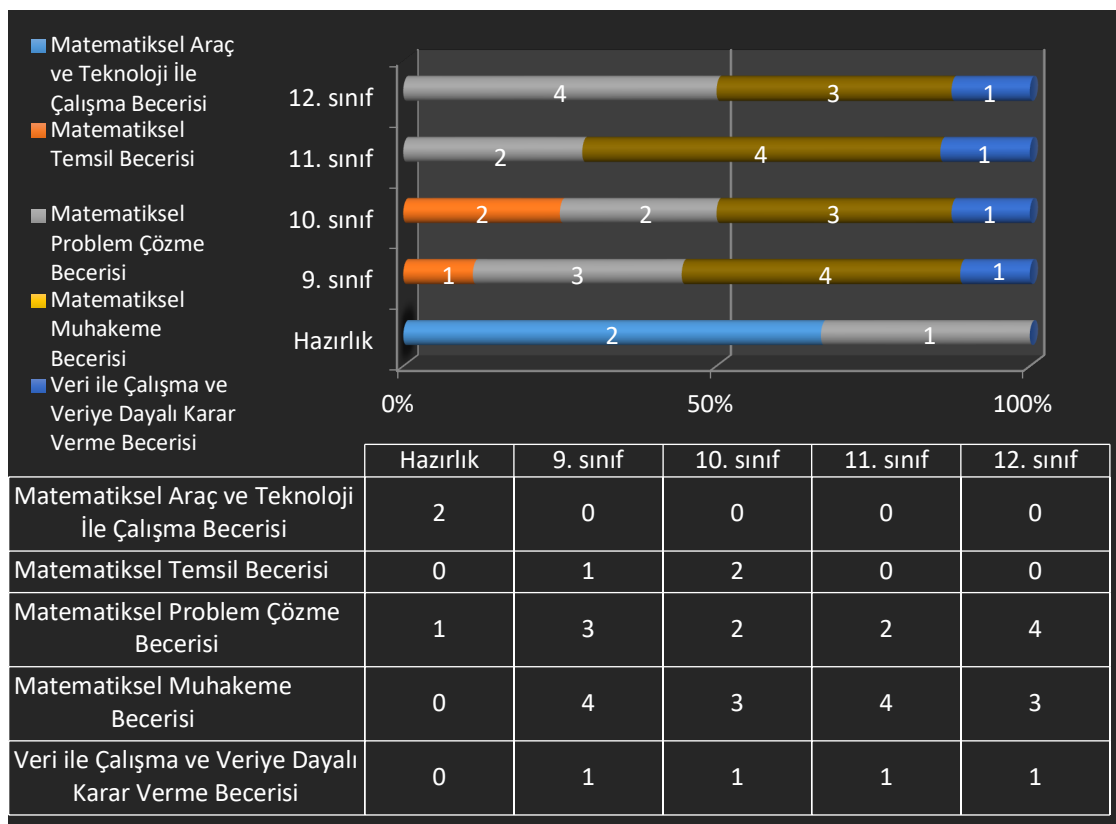
5. sınıfta, matematiksel problem çözme becerisi 2 öğrenme çıktısı ile öne çıkarken, matematiksel muhakeme becerisi de aynı sayıda öğrenme çıktısı ile dikkat çekmiştir. Matematiksel araç ve teknoloji ile çalışma, matematiksel temsil ve veri ile çalışma ve veriye dayalı karar verme becerileri ise sadece 1 öğrenme çıktısı ile sınırlı kalmıştır. Bu sınıfta problem çözme ve muhakeme becerilerinin daha ön planda olduğu, ancak diğer becerilere sınırlı bir odaklanma olduğu görülmektedir. 6. sınıfta ise matematiksel problem çözme becerisi 3 öğrenme çıktısı ile en yüksek değere ulaşmış ve önceki sınıfa göre artış göstermiştir. Ancak matematiksel muhakeme becerisi 1 öğrenme çıktısına düşerken, matematiksel araç ve

teknoloji ile çalışma, matematiksel temsil, veri ile çalışma ve veriye dayalı karar verme becerilerinde herhangi bir artış yaşanmamış, sabit kalmıştır.

7. sınıfta, matematiksel problem çözme becerisi 5 öğrenme çıktısı ile en fazla gelişim gösteren beceri olmuştur. Matematiksel muhakeme becerisi ise 2 öğrenme çıktısı ile önceki seviyesini korumuştur. Buna karşılık, matematiksel araç ve teknoloji ile çalışma ve veri ile çalışma ve veriye dayalı karar verme becerilerinde hiçbir gelişme olmamıştır ve 1 öğrenme çıktısı ile sabit kalmıştır. Matematiksel temsil becerisi ise 7. sınıfta herhangi bir öğrenme çıktısı ile ilişkilendirilmemiştir. 8. sınıfta, matematiksel problem çözme becerisi önceki sınıfa göre bir düşüş yaşayarak 2 öğrenme çıktısına gerilemiştir. Matematiksel temsil becerisi ise bu sınıfta ilk kez 1 öğrenme çıktısı ile yeniden ele alınmıştır. Matematiksel muhakeme becerisi 1 öğrenme çıktısı ile devam ederken, matematiksel araç ve teknoloji ile çalışma ile veri ile çalışma ve veriye dayalı karar verme becerileri sabit bir şekilde düşük seviyede kalmaya devam etmiştir.

Şekil 9.

Öğrenme çıktıları bağlamında matematik alan becerilerinin lisedeki dağılımı



Hazırlık sınıfında, matematiksel muhakeme becerisi ($f=2$) ve matematiksel problem çözme becerisi ($f=1$) öne çıkmaktadır. Matematiksel araç ve teknoloji ile çalışma becerisi ($f=2$) de bu sınıfta belirgin bir şekilde desteklenmiştir. Ancak matematiksel temsil becerisi ve veri ile çalışma ve veriye dayalı karar verme becerisi için yalnızca 1 öğrenme çıktısı yer almıştır. 9. sınıfta matematiksel problem çözme becerisi, 3 öğrenme çıktısı ile en fazla odaklanılan beceri olmuştur. Matematiksel muhakeme becerisi 4 öğrenme çıktısı ile önemli bir artış göstermiştir. Matematiksel temsil becerisi ilk kez 1 öğrenme çıktısı ile öne çıkarken, matematiksel araç ve teknoloji ile çalışma becerisi ise bu sınıfta öğrenme çıktıları bağlamında hiç kullanılmamıştır.

10. sınıfta matematiksel problem çözme becerisi ve matematiksel muhakeme becerisi, üçer öğrenme çıktısı ile eşit düzeyde yer almıştır. Matematiksel temsil becerisi 2 öğrenme çıktısı ile gelişimini sürdürmüştür. Veri ile çalışma ve veriye dayalı karar verme becerisi ise sabit bir şekilde yalnızca 1 öğrenme çıktısında kalmıştır. 11. sınıfta matematiksel muhakeme becerisi

4 öğrenme çıktısı ile tekrar öne çıkmış, matematiksel problem çözme becerisi 2 öğrenme çıktısı ile onu takip etmiştir. Matematiksel temsil becerisi ve matematiksel araç ve teknoloji ile çalışma becerisi bu sınıfta herhangi bir öğrenme çıktısı ile ilişkilendirilmemiştir. Veri ile çalışma ve veriye dayalı karar verme becerisi ise yine sabit bir şekilde yalnızca 1 öğrenme çıktısında kalmıştır.

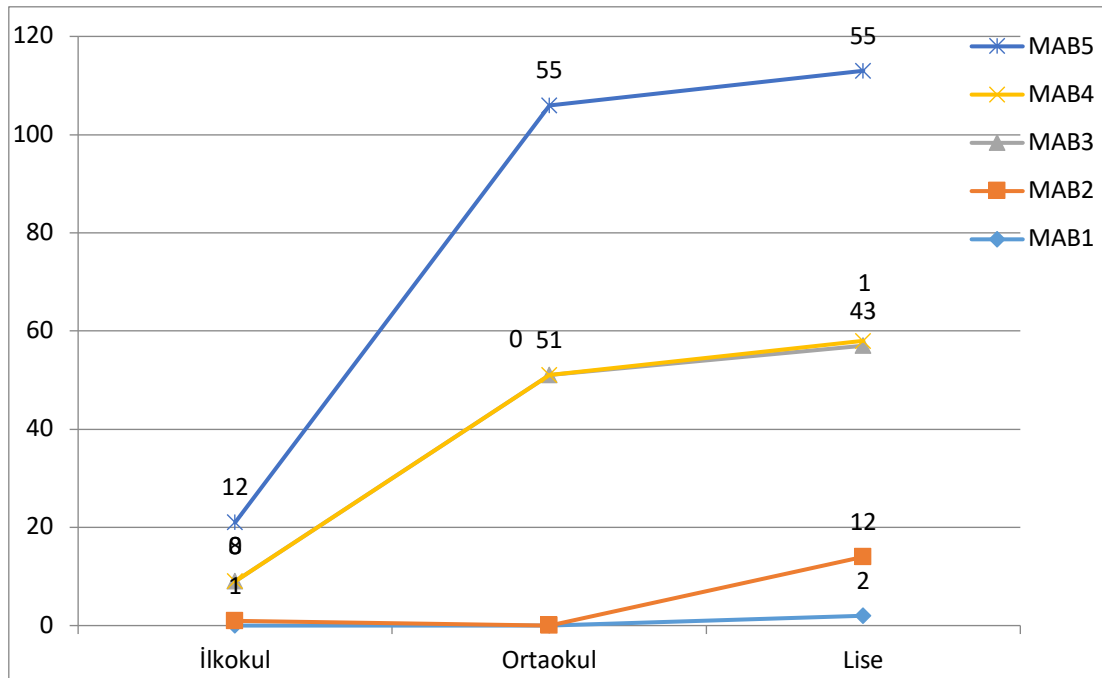
12. sınıfta matematiksel problem çözme becerisi 4 öğrenme çıktısı ile zirveye ulaşmıştır. Matematiksel muhakeme becerisi ise 3 öğrenme çıktısı ile dikkat çekmiştir. Matematiksel temsil becerisi 1 öğrenme çıktısı ile tekrar programa dâhil edilmiştir. Matematiksel araç ve teknoloji ile çalışma becerisi ise lisenin tamamında herhangi bir öğrenme çıktısıyla ilişkilendirilmemiştir. Veri ile çalışma ve veriye dayalı karar verme becerisi ise sabit bir şekilde yalnızca 1 öğrenme çıktısı ile sınırlı kalmıştır.

3.3. Eğitim Kademeleri Bağlamında Matematik Alan Becerilerinin Değişimi

Matematik dersi öğretim programlarındaki alan becerilerinin sınıflara göre beceriler arası ilişkiler bağlamında değişimi Şekil 10'da göstermektedir.

Şekil 10.

Matematik dersi öğretim programlarındaki alan becerilerinin sınıflara göre beceriler arası ilişkiler bağlamında değişimi



Şekil 10 incelendiğinde matematiksel muhakeme becerisi, sadece lise düzeyinde öğrenme-öğretme yaşantılarında 2 yerde ele alınırken ilkokul ve ortaokul düzeyinde bu beceriye yönelik herhangi bir uygulamaya rastlanılmamıştır. Matematiksel problem çözme becerisi ise ilkokulda yalnızca 1 öğrenme çıktısı ile sınırlı düzeyde işlenmiş, ortaokul düzeyinde tamamen göz ardı edilmiş, ancak lise düzeyinde 12 öğrenme çıktısı ile en yoğun şekilde işlenmiştir.

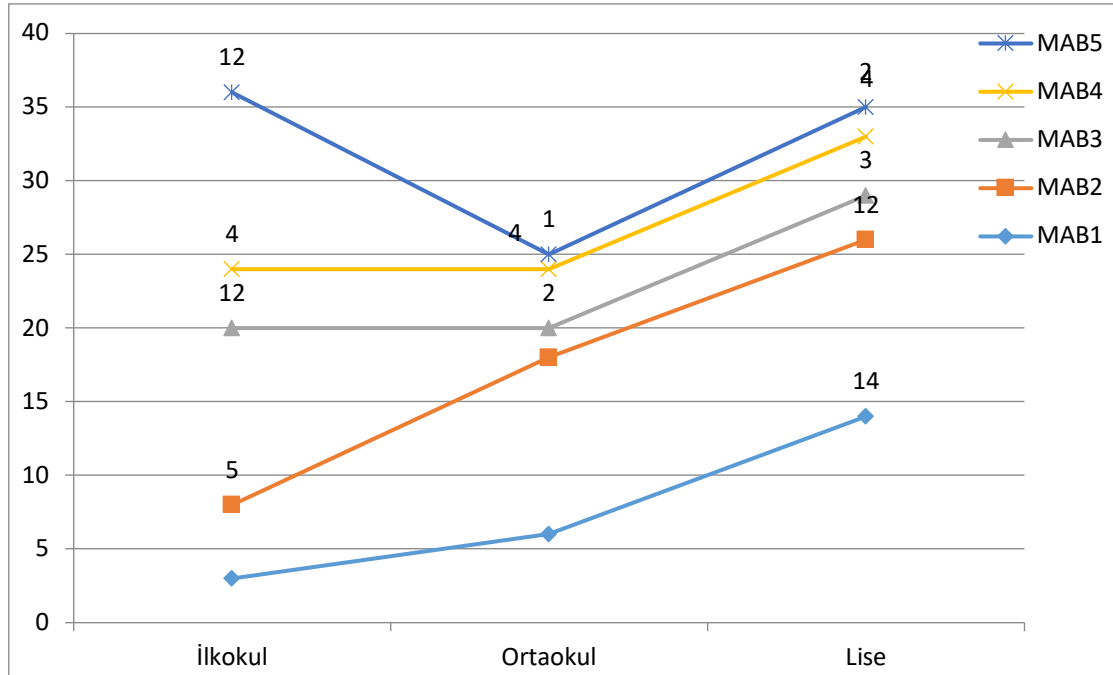
Matematiksel temsil becerisi tüm eğitim kademelerinde yer almış olup ilkokulda 8, ortaokulda 51 ve lise düzeyinde 43 farklı yerde öğrenme-öğretme yaşantılarında yer verilmiştir. Veri ile çalışma ve veriye dayalı karar verme becerisi, ilkokul ve ortaokul düzeyinde olduğu gibi sınırlı bir şekilde ele alındığı belirlenmiştir. Matematiksel araç ve teknoloji ile çalışma becerisi

ise tüm eğitim kademelerinde ele alınmış, ilkokulda 12 ve ortaokul ile lise düzeylerinde 55'er kez öğrenme-öğretme yaşantılarında sistematik bir şekilde ele alınmıştır.

Matematik dersi öğretim programlarındaki alan becerilerinin sınıflara göre öğrenme çıktıları bağlamında değişimi Şekil 11'de göstermektedir.

Şekil 11.

Matematik dersi öğretim programlarındaki alan becerilerinin sınıflara göre öğrenme çıktıları bağlamında değişimi



Şekil 11'e göre, matematiksel araç ve teknoloji ile çalışma becerisi en fazla lise düzeyinde işlenmiş ve bu kademedeki 14 öğrenme çıktısı ile öne çıkmıştır. Ortaokulda 6, ilkokulda ise 3 öğrenme çıktısı ile sınırlı kalmıştır. Matematiksel temsil becerisi ise lise ve ortaokul düzeyinde eşit bir şekilde (12 öğrenme çıktısı) geliştirilmiş, ilkokulda ise 5 öğrenme çıktısı ile daha sınırlı işlenmiştir.

Matematiksel problem çözme becerisi, ilkokul düzeyinde 12 öğrenme çıktısı ile en fazla işlenen beceri olmuştur. Ancak bu beceri, ortaokulda yalnızca 2 öğrenme çıktısı, lise düzeyinde ise 3 öğrenme çıktısı ile sınırlı şekilde işlenmiştir. Matematiksel muhakeme becerisi her üç kademedeki de aynı sayıda (4 öğrenme çıktısı) işlenmiştir. Veri ile çalışma ve veriye dayalı karar verme becerisi ise en fazla ilkokul düzeyinde 12 öğrenme çıktısı ile işlenmiş, ancak ortaokulda yalnızca 1 ve lise düzeyinde 2 öğrenme çıktısı ile programda yer bulmuştur.

3.4. Temalar Bağlamında Matematik Alan Becerilerinin Dağılımı

Matematik dersi öğretim programlarındaki alan becerilerinin ilkokul, ortaokul ve lise eğitim kademelerinde sınıf düzeylerine, her sınıf düzeyi için farklı temalar altında matematiksel alan becerilerinin dağılımı ve toplam beceri sayılarına ilişkin durum Tablo 1, Tablo 2 ve Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 1.

*Matematik Dersi Öğretim Programlarındaki Alan Becerilerinin Sınıflar Temelinde İlkokulda Temalara Göre Dağılımı**

	Temalar	MAB1	MAB2	MAB3	MAB4	MAB5	Toplam
1. Sınıf	Sayılar ve Nicelikler			3		2	5
	İşlemlerden Cebirsel Düşünmeye	1					1
	Nesnelerin Geometrisi						0
	Veriye Dayalı Araştırma			1	1		2
	Toplam	1	0	4	1	2	8
2. Sınıf	Sayılar ve Nicelikler			3		2	5
	İşlemlerden Cebirsel Düşünmeye	1	1			1	3
	Nesnelerin Geometrisi		1			1	2
	Veriye Dayalı Araştırma			1	1		2
	Toplam	1	2	4	1	4	12
3. Sınıf	Sayılar ve Nicelikler			2		1	3
	İşlemlerden Cebirsel Düşünmeye	1	1				2
	Nesnelerin Geometrisi					1	1
	Veriye Dayalı Araştırma			1	1		2
	Toplam	1	1	3	1	2	8
4. Sınıf	Sayılar ve Nicelikler		1	2		2	5
	İşlemlerden Cebirsel Düşünmeye		1				1
	Nesnelerin Geometrisi					3	3
	Olayların Olasılığı Veriye Dayalı Araştırma			2	1	1	4
	Toplam	0	2	4	1	6	13
Genel Toplam		3	5	15	4	14	41

*Bu tablodaki veriler, Matematik alan becerilerinin öğrenme çıktıları kapsamında veya öğrenme-öğretme yaşantılarında beceriler arası ilişkiler kapsamında ele alınması dikkate alınarak oluşturulmuştur.

MAB1: Matematiksel Muhakeme, MAB2: Matematiksel Problem Çözme, MAB3: Matematiksel Temsil, MAB4: Veri ile Çalışma ve Veriye Dayalı Karar Verme, MAB5: Matematiksel Araç ve Teknoloji ile Çalışma

Sayılar ve nicelikler teması özellikle MAB3 ve MAB5 becerilerine odaklanmıştır. 1. ve 2. sınıflarda bu becerilere sırasıyla 3 ve 2 öğrenme çıktısı kazandırılmıştır. 3. sınıfta ise problem çözme için 2, veri ile çalışma için 1 öğrenme çıktısı kazandırılmaya devam edilmiştir. 4. sınıfta, sayılar ve nicelikler teması çerçevesinde MAB3 için 2, MAB5 için ise 2 öğrenme çıktısı işlenmiştir. Sayılar ve nicelikler teması, MAB3 ve MAB5 gibi becerilere temel oluşturması açısından kritik bir öneme sahiptir. Bununla birlikte, bu tema çerçevesinde diğer alan becerileri içerisinde yalnızca 4. sınıfta MAB2'ye yer verilmiştir.

İşlemlerden cebirsel düşünmeye teması, MAB1 ve MAB2 becerileri için her sınıfta birer öğrenme çıktısı ile desteklenmiştir. 2. sınıfta ayrıca MAB5 için de bir öğrenme çıktısı ile ilişkili ifadeler yer verilmiştir. Nesnelerin geometrisi teması, ilkökul matematik öğretim programında daha çok MAB2 ve MAB5 becerilerini geliştirmek üzere ele alınmıştır. 2. sınıfta MAB2 ve MAB5 becerileri için bir öğrenme çıktısı kazandırılmıştır. 3. sınıfta bu tema yalnızca MAB5 becerisine odaklanmış ve bir öğrenme çıktısı sağlamıştır. 4. sınıfta ise yine yalnızca MAB5 becerisine odaklanmış ve üç öğrenme çıktısı sağlamıştır.

Veriye dayalı araştırma teması, özellikle MAB3 ve MAB4 becerilerine katkı sağlamaktadır. 1, 2 ve 3. sınıflarda bu tema, her iki beceri için de birer öğrenme çıktısı ile işlenmiştir. 4. sınıfta ise bu tema, MAB3 için 2 öğrenme çıktısı, MAB5 için ise 1 öğrenme çıktısı kazandırmıştır. Bu tema çerçevesinde diğer alan becerileri olan MAB1 ve MAB2'ye yer verilmemiştir. Temalar bağlamında alan becerilerinin dağılımı değerlendirildiğinde, ilkökul matematik dersi öğretim programının özellikle sayılar ve nicelikler ile veriye dayalı araştırma

temalarında ağırlık verdiği görülmektedir. Temalar arası dağılım incelendiğinde, MAB3 ve MAB5 becerilerinin diğer becerilere kıyasla daha fazla öne çıktığı görülmektedir.

Tablo 2.

Matematik Dersi Öğretim Programlarındaki Alan Becerilerinin Sınıflar Temelinde Ortaokulda Temalara Göre Dağılımı

	Temalar	MAB1	MAB2	MAB3	MAB4	MAB5	Toplam
5. Sınıf	Sayılar ve Nicelikler		1	3		2	6
	İşlemlerle Cebirsel Düşünme	1		1			2
	Geometrik Şekiller	1		2		1	4
	Geometrik Nicelikler		1	2		1	4
	İstatistiksel Araştırma Süreci			1	1	3	5
	Veriden Olasılığa			2			2
	Toplam	2	2	11	1	7	23
6. Sınıf	Sayılar ve Nicelikler	1	1	7		5	14
	İşlemlerle Cebirsel Düşünme ve Değişimler	1		1			2
	Geometrik Şekiller		1			1	2
	Geometrik Nicelikler		1	4		3	8
	İstatistiksel Araştırma Süreci				1	3	4
	Veriden Olasılığa			1		2	3
	Toplam	2	3	13	1	14	33
7. Sınıf	Sayılar ve Nicelikler	1	2	5		1	9
	İşlemlerle Cebirsel Düşünme ve Değişimler	1	1	2			4
	Dönüşüm					1	1
	Geometrik Nicelikler		2	4		4	10
	Geometrik Şekiller					1	1
	İstatistiksel Araştırma Süreci			1	1	3	5
	Veriden Olasılığa					3	3
	Toplam	2	5	12	1	13	33
8. Sınıf	Sayılar ve Nicelikler	1		3		2	6
	Cebirsel Düşünme ve Değişimler			1		4	5
	Geometrik Şekiller		1	5		7	13
	Geometrik Nicelikler			1		5	6
	Dönüşüm		1	3		3	7
	İstatistiksel Araştırma Süreci			1	1	2	4
	Veriden Olasılığa			1		1	2
	Toplam	1	2	15	1	24	43
	Genel Toplam	7	12	51	4	58	132

Ortaokul matematik dersi öğretim programlarında toplamda 132 kez matematik alan becerilerine yer verildiği belirlenmiştir. Matematik alan becerilerine en fazla 8. sınıfta (f=43), en az ise 5. sınıfta (f=23) yer verilmiştir. Temalar bağlamında ise geometrik şekiller ve geometrik nicelikler temaları, 8. sınıfta sırasıyla 13 ve 6 kez kullanım ile öne çıkmaktadır. Sayılar ve nicelikler teması, tüm sınıf düzeylerinde alan becerileri bağlamında önemli bir yer tutmakta olup, 6. sınıfta (f=14) yoğun bir şekilde kullanılmıştır. 7. sınıfta da bu temada ağırlıklı olarak alan becerilerini kullanılmış olup 5. ve 8. sınıfta nispeten daha az temsil edilmiştir.

İstatistiksel araştırma süreci teması, en fazla 5 kez kullanım ile 5. ve 7. sınıfta işletildiği görülmektedir. Sınıf düzeylerine göre 5. sınıfta en fazla sayılar ve nicelikler temasında alan becerilerine yer verildiği görülmektedir (f=6). Geometrik şekiller ve geometrik nicelikler temaları da 4 farklı yerde kullanım ile öne çıkmaktadır. İstatistiksel araştırma süreci temasında ise 5 farklı yerde vurgu yapılmıştır. 6. sınıfta sayılar ve nicelikler teması matematik alan becerisi bağlamında en fazla kullanım alanı bulan bir içerikle oluşturulduğu görülmektedir (f=14).

Geometrik nicelikler teması 8 kez alan becerilerinin kullanımı ile matematik alan becerilerinin kullanımı konusunda önemli bir yer tutmaktadır. 7. sınıfta geometrik nicelikler teması matematik alan becerisi bağlamında en fazla kullanım alanı bulan bir içerikle oluşturulduğu görülmektedir (f=10). Sayılar ve nicelikler ve istatistiksel araştırma süreci temaları da sırasıyla 9 ve 5 kez kullanım ile öne çıkmaktadır. 8. sınıfta geometrik şekiller teması matematik alan becerisi bağlamında en fazla kullanım alanı bulan tema olduğu görülmektedir (f=13). Cebirsel düşünme ve değişimler ile geometrik nicelikler temaları da sırasıyla 5 ve 6 farklı yerde kullanım ile matematik alan becerilerinin kullanımında önemli bir yer tutmaktadır.

Matematiksel alan becerileri bağlamında MAB5, en fazla kullanılan alan becerisidir (f=58). Özellikle 8. sınıfta bu beceri yoğun bir şekilde (f=24) kullanılmaktadır. MAB3, 51 kez kullanım ile ikinci sırada yer alırken, 8. sınıfta yoğun bir şekilde (f=15) kullanılmaktadır. MAB4, en az kullanılan alan becerisidir (f=4). Tüm sınıf düzeylerinde sınırlı sayıda temsil edilmektedir.

Tablo 3.

Matematik Dersi Öğretim Programlarındaki Alan Becerilerinin Sınıflar Temelinde Lisede Temalara Göre Dağılımı

	Temalar	MAB1	MAB2	MAB3	MAB4	MAB5	Toplam
Hazırlık	Nicelikler ve Değişimler		1	2		1	4
	Mantıksal Çıkarım		1	2			3
	Algoritma ve Bilişim	1	1	1			3
	Geometrik Şekiller		1			1	2
	İstatistiksel Araştırma Süreci						0
	Toplam	1	4	5	0	2	12
9. Sınıf	Sayılar	1	1	1			3
	Nicelikler ve Değişimler	1	1	3	1	4	10
	Algoritma ve Bilişim		1	4		1	6
	Geometrik Şekiller	1	1			1	3
	Eşlik ve Benzerlik	1	1	1		1	4
	İstatistiksel Araştırma Süreci			1	1	1	3
	Veriden Olasılığa			1		2	3
	Toplam	4	5	11	2	10	32
10. Sınıf	Sayılar	1		2		1	4
	Nicelikler ve Değişimler	1	1	1		5	8
	Sayma, Algoritma ve Bilişim		1	2		5	8
	Geometrik Şekiller	1	2			4	7
	Analitik İnceleme		1	2		2	5
	İstatistiksel Araştırma Süreci			1	1	1	3
	Veriden Olasılığa			3		2	5
	Toplam	3	5	11	1	20	40
11. Sınıf	Nicelikler ve Değişimler	3	2	3		14	22
	Geometrik Şekiller	1	2	2		2	7
	İstatistiksel Araştırma Süreci			1	1	1	3
	Toplam	4	4	6	1	17	32
12. Sınıf	Nicelikler ve Değişimler	1	1	3		3	8
	Değişimin Matematiği	2	4	7		5	18
	Geometrik Şekiller		1	1		2	4
	Geometrik Cisimler		1	1		1	3
	Hazır Veriler Üzerinde Çalışma			1	1	1	3
	Toplam	3	7	13	1	12	36
Genel Toplam		15	25	46	5	61	152

Lise matematik dersi öğretim programlarında toplamda 152 kez (f=152) matematik alan becerilerine yer verildiği belirlenmiştir. Matematik alan becerilerine en fazla 12. sınıf

düzeyinde ($f=36$) ve en az ise hazırlık sınıfı düzeyinde ($f=12$) yer verilmiştir. Nicelikler ve değişimler teması, tüm sınıf düzeylerinde en fazla beceriye sahip olan temadır ($f=52$).

Sınıf düzeylerine göre dağılım incelendiğinde hazırlık sınıfında en fazla matematik alan becerisi, algoritma ve bilişim ile nicelikler ve değişimler temalarında (her biri için $f=3$) bulunmaktadır. İstatistiksel araştırma süreci temasında ise matematik alan becerisine yer verilmediği görülmektedir.

9. Sınıfta nicelikler ve değişimler teması en fazla matematik alan becerine vurgu yapılan temadır ($f=10$). Algoritma ve bilişim teması da 6 matematik alan becerisi ile öne çıkan bir temadır. 10. Sınıfta nicelikler ve değişimler ile sayma, algoritma ve bilişim temaları her biri 8 matematik alan becerisi ile en fazla beceriye yer verilen temalardır. Geometrik şekiller teması da 7 beceri ile önemli bir yer tutmaktadır. 11. Sınıfta nicelikler ve değişimler teması 22 beceri ile en fazla matematik alan becerisine sahip temadır. Geometrik şekiller teması da 7 beceri ile öne çıkmaktadır. 12. Sınıfta değişimin matematiği teması 18 matematik alan becerisi ile en fazla beceriye sahip temadır. Nicelikler ve değişimler teması da 8 beceri ile matematik alan becerileri açısından önemli bir yer tutmaktadır.

Temaların dağılımı bağlamında nicelikler ve değişimler teması tüm sınıf düzeylerinde en fazla beceriye sahip olan temadır. Özellikle 11. sınıfta 22 beceri ile en yoğun şekilde öğrenme-öğretme yaşantılarına yansıtıldığı görülmektedir. Geometrik şekiller teması 10. sınıfta 7 matematik alan becerisi ile en fazla işlenen temalardan biridir. Diğer sınıf düzeylerinde de önemli bir yer tutmaktadır. Algoritma ve bilişim teması 9. ve 10. sınıfta öne çıkan bir temadır. 9. sınıfta 6, 10. sınıfta 8 matematik alan becerisinin işletildiği görülmektedir. İstatistiksel araştırma süreci teması ise lise düzeyinde tüm sınıf düzeylerinde beceriler arası ilişkiler bağlamında matematik alan becerilerine en az vurgu yapılan temadır. En fazla 3 beceri ile 9, 10, ve 11. sınıfta öğrenme-öğretme yaşantılarına entegre edilmiştir.

Lise düzeyinde MAB5, tüm sınıf düzeylerinde en fazla vurgu yapılan alan becerisi olduğu Tablo 3'ten anlaşılmaktadır ($f=61$). Özellikle 10. sınıfta 20 beceri ile en yoğun şekilde kullanıldığı görülmektedir. MAB3'ün, ikinci en fazla vurgu yapılan alan becerisi olarak öne çıktığı görülmektedir ($f=46$). Özellikle 10. ve 12. sınıfta yoğun olarak bu alan becerisinin işletildiği görülmektedir. MAB4'ün, en az vurgu yapılan alan becerisi olarak programlarda yer aldığı görülmektedir ($f=5$).

4. Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Araştırma kapsamında, eğitim kademelerine göre matematik alan becerilerinin dağılımında belirgin farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Özellikle ilkökul düzeyinde, Matematiksel Araç ve Teknoloji ile Çalışma becerisinin diğer becerilere kıyasla daha tutarlı ve istikrarlı bir gelişim gösterdiği; bu becerinin 4. sınıfta zirveye ulaştığı belirlenmiştir. Bu sonuç, öğrencilerin erken yaşlardan itibaren teknoloji kullanımına dayalı etkinliklerle sıklıkla karşılaştığını ve bu sayede matematiksel düşünmeyi destekleyen dijital araçlara daha aşina hâle geldiklerini göstermektedir. Literatürde, teknolojik araçların erken yaşlarda derslere entegrasyonunun, öğrencilerin görselleştirme, deney yapma ve etkileşimli öğrenme becerilerini artırdığına dair bulgular mevcuttur (Laborde, 2002; Niess, 2005). Ayrıca, bu becerinin güçlenmesi, öğrencilerin öz düzenleme, deneyerek öğrenme ve çoklu temsilleri anlama becerileri üzerinde de olumlu etkiler yaratabilmektedir. Ancak aynı kademede, Matematiksel Muhakeme, Problem Çözme, Veri ile Çalışma ve Veriye Dayalı Karar Verme becerilerine sınırlı şekilde yer verildiği belirlenmiştir. Bu durum, öğrencilerin eleştirel düşünme, akıl yürütme ve veriye dayalı karar verme becerilerinin gelişimi açısından sınırlı bir tablo ortaya koymaktadır. Oysa bu beceriler, yalnızca akademik başarıyı değil, günlük yaşamda karşılaşılan problemlere çözüm üretme yetkinliğini de doğrudan etkilemektedir (Cai, 2003; Schoenfeld, 1985). İlkökul düzeyinde veri ile çalışma ve veriye dayalı karar verme becerisinin işlenmesi, Veri biliminin bileşenlerinin ilkökuldan başlayarak öğrenme-öğretme uygulamalarına yerleştirilmesi,

özellikle veri madenciliği ve öğrenme analitiği gibi alanlarda kaydedilen gelişmelerle doğrudan ilişkili değerlendirilebilir (Kuzu, Toptaş ve Göçer, 2025).

Ortaokulda matematiksel problem çözme becerisi, özellikle 7. sınıfta yükselişe geçmiş ancak bu artış 8. sınıfta devam ettirilememiştir. Ortaokul düzeyinde matematiksel muhakeme becerisi sınırlı bir sıklıkta kullanıldığı belirlenmiştir. Lise düzeyine gelindiğinde ise matematiksel araç ve teknoloji ile çalışma becerisi tekrar ön plana çıktığı matematiksel muhakeme, veri ile çalışma ve veriye dayalı karar verme becerileri sınırlı bir düzeyde kaldığı tespit edilmiştir. Bu durum, analitik düşünce ve veri analiz süreçlerinin farklı becerilerle ilişkili olarak verildiğini göstermektedir. Ortaokul düzeyinde, matematiksel problem çözme becerisi 7. sınıfta dikkat çekici bir artış göstermiştir; ancak bu artış 8. sınıfta sürdürülememiştir. Bu durum, beceri gelişiminin süreklilik göstermediğini ve program yapısında yatay tutarlılığın zayıf olabileceğini göstermektedir. Literatürde, problem çözme becerisinin süreklilik içinde gelişmesinin, öğrencilerin üst düzey düşünme ve bağımsız öğrenme alışkanlıkları kazanmalarında kritik rol oynadığı vurgulanmaktadır (NCTM, 2014; Polya, 1945). 8. sınıfta bu becerinin gerilemesi, sınav odaklı eğitim anlayışının etkisiyle öğretim programlarının bilişsel becerilerden çok konu kapsamına yönelmiş olabileceğine işaret etmektedir. Lise düzeyine gelindiğinde, matematiksel araç ve teknoloji ile çalışma becerisinin tekrar ön plana çıktığı; ancak matematiksel muhakeme ve veri ile çalışma becerilerinin yine sınırlı kaldığı tespit edilmiştir. Bu sonuç, öğrencilerin gerçek yaşam problemlerine veri temelli çözümler üretme kapasitesini sınırlayabilir. Oysa güncel literatürde, veri okuryazarlığı ve matematiksel muhakemenin 21. yüzyıl becerileriyle bütünleşik olarak ele alınması gerektiği sıklıkla vurgulanmaktadır (English, 2016; OECD, 2018). Bu kaygıda öğretim programlarına alan becerilerinin yanında kavramsal beceriler ve programlar arası bileşenler bağlamında matematik disiplini için önem taşıyan entelektüel eğilimlerle ve okuryazarlık becerileri ile minimize edilmeye çalıştığı söylenebilir.

Öğretim programlarında matematiksel muhakeme becerisinin yer alması matematik öğretimi bağlamında önemli bir gelişme olarak değerlendirilebilir. Çünkü matematiksel muhakeme becerisi, öğrencilerin matematiksel kavramları derinlemesine anlamalarını sağladığı gibi öğrencilerin problem çözme süreçlerinde aktif olmalarını ve matematiksel düşünme süreçlerini geliştirmelerini desteklemektedir. Ayrıca, matematiksel muhakeme, öğrencilerin eleştirel düşünme ve analitik düşünme becerilerini de geliştirmektedir (Lithner, 2008). Görüldüğü üzere bir alan becerisi kendisiyle birlikte birçok becerinin kazanılmasına öncülük ettiği gibi beceriler arası ilişkilerinde ne kadar önemli bir bileşen olarak öğretim programlarında yer aldığını kanıtlamaktadır. Yackel ve Cobb (1996), öğretmenlerin matematiksel muhakeme becerisini öğrenme ortamlarına yansıtmasının, öğrencilerden matematiksel argümanlar geliştirmelerini ve bu argümanları sınıf içinde tartışmalarını istemeleri yoluyla mümkün olabileceğini vurgulamışlardır. National Council of Teachers of Mathematics (NCTM, 2000) tarafından ise öğrencilere açık uçlu problemler sunularak onların farklı çözüm yolları keşfetmeleri ve bu çözüm yollarını mantıksal bir şekilde açıklamaları istenerek yapılabileceği vurgulanmıştır.

Matematiksel muhakeme, bilgi veya varsayımlar kullanarak mantığa yakın çıkarımlarda bulunma süreci olarak tanımlanır (MEB, 2024). Matematik yapmanın merkezi bir yönü olarak kabul edilen matematiksel muhakeme, uluslararası matematik öğretim programlarında öne çıkan bir beceridir (Jensen, 2023). Öğretmenler bu becerinin öğrenme-öğretme yaşantılarında çeşitli soru türleri kullanarak eleştirel düşünmeyi teşvik ederek ve öğrencileri muhakeme süreçlerini ifade etmeye teşvik ederek yansıtılabilirler. Bunun yanında problem tabanlı öğrenme yaklaşımı gibi yaklaşımlara başvurarak matematiksel muhakeme de dâhil olmak üzere birçok becerinin gelişimi sağlanabilir (Marsitin ve Sesanti, 2023).

Çalışmada beceriler arası ilişkiler bağlamında matematiksel araç ve teknoloji ile çalışma becerisi ile matematiksel muhakeme becerisinin; öğrenme çıktıları bağlamında Matematiksel Temsil becerilerinin ağırlıklı olarak ele alındığı görülmektedir. Teknolojinin rolü,

teknolojinin matematik eğitime entegrasyonu, matematiksel muhakeme ve temsil becerilerinin geliştirilmesiyle ilişkilendirilmiştir. Matematik öğretiminde kullanılan teknolojik araçlar; bilgisayar yazılımları, etkileşimli tahtalar, tabletler ve çeşitli mobil uygulamaları kapsamaktadır. Bu araçlar, öğrencilerin matematiksel süreçleri görselleştirmelerine, veri analizi yapmalarına ve karmaşık problemleri çözmelerine yardımcı olmaktadır. Örneğin, dinamik geometri yazılımları, öğrencilerin geometrik şekilleri hareket ettirerek özelliklerini keşfetmelerini sağlamaktadır (NCTM, 2000). Li ve Zulnaidi (2019) tarafından yapılan araştırma, Geometer's Sketchpad gibi araçların öğrenciler arasında cebirsel muhakemeyi kolaylaştırabileceğini ve matematiksel kavramları daha derinlemesine keşfetmelerine olanak tanıyabileceğini saptamışlardır. Ayrıca, Jensen ve Skott (2022) yaptıkları çalışmada, matematik eğitimindeki dijital oyunların, keşif ve varsayım için sürükleyici ortamlar sağlayarak öğrencilerin matematiksel muhakemesini geliştirebileceğini kanıtlamışlardır. Bu tür teknolojik araçlar, öğrencilerin muhakeme süreçlerine dinamik ve etkileşimli bir şekilde katılmaları için fırsatlar yaratabilir. Matematik öğretim programlarına teknolojinin entegre edilmesi, öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerini kazanmaları açısından büyük önem taşır. Bu süreçte öğretmenler, teknolojik araçları derslerinde etkin bir şekilde kullanarak öğrencilerin aktif katılımını sağlayabilir. Örneğin, bir fonksiyonun grafiğini çizmek için kâğıt ve kalem kullanmak yerine, bir grafik çizim yazılımı kullanmak, öğrencilerin konuyu daha hızlı ve kalıcı bir şekilde öğrenmelerine yardımcı olabilir (Baki, 2008).

Görselleştirme ve somutlaştırma bağlamında teknolojik araçlar, soyut matematiksel kavramların görselleştirilmesine olanak tanır. Bu, özellikle geometri ve analiz gibi konularda öğrencilerin anlamalarını kolaylaştırır. Görselleştirme, öğrencilerin matematiksel ilişkileri daha net görmelerini sağlar (NCTM, 2000; Baki, 2008). Etkileşimli öğrenme bağlamında öğrenciler, interaktif araçlar sayesinde matematiksel süreçlere aktif olarak katılır ve keşfederek öğrenebilir. Bu yöntem, öğrencilerin kavramları daha derinlemesine anlamalarına yardımcı olur (Hoyles ve Lagrange, 2010). Problem çözme becerileri bağlamında teknoloji kullanımı, öğrencilerin karmaşık problemleri analiz etmelerine ve çözüm yollarını keşfetmelerine yardımcı olabilir. Özellikle dinamik matematik yazılımları, öğrencilerin farklı stratejiler denemelerine olanak tanır (Baki, 2008). Motivasyon ve ilgi artışı bağlamında teknolojik araçlar, öğrencilerin derse olan ilgisini artırarak öğrenme sürecini daha eğlenceli hâle getirir. Bu durum, öğrencilerin matematik derslerine karşı olumlu tutum geliştirmelerine katkıda bulunur (Pierce ve Stacey, 2010).

Araştırmada problem çözme becerisinin ilkökul düzeyinde güçlü bir başlangıç yapmasına rağmen ortaokul ve lise kademelerinde belirgin bir düşüş gösterdiği tespit edilmiştir. Bu durum, problem çözme süreçlerinin özellikle kavramsal ve bütünlük becerileriyle desteklenerek öğrencilere kazandırılmaya çalışıldığını ortaya koymaktadır. Kilpatrick, Swafford ve Findell (2001), matematiksel yeterliklerin dengeli bir şekilde geliştirilmesinin önemine dikkat çekerken, NCTM (2014) ise teknolojinin eğitimde etkin kullanımının yanı sıra matematiksel düşünce ve analiz süreçlerinin öğretimde temel odak noktalarından biri olması gerektiğini vurgulamaktadır. Bu bağlamda, matematik öğretim programlarında ifade edilen becerilerin farklı beceri setleri altında bütünlleştirilerek yapılandırıldığı söylenebilir.

Öğrencilerin matematiksel kavramları ve yöntemleri kullanarak karmaşık problemleri analiz etmeleri, çözüm stratejileri geliştirme ve bu stratejileri uygulama süreci olan matematiksel problem çözme, bireylerin matematiksel düşünme becerilerini geliştirdiği gibi onları gerçek hayat problemlerine karşı hazırlar (Schoenfeld, 2013). Ayrıca, problem çözme becerisi, öğrencilerin matematiksel okuryazarlık düzeylerini artırır ve onları gelecekte karşılaşacakları zorluklara hazırlar (NCTM, 2014). Matematiksel problem çözme becerisinin eğitim programlarına entegre edilmesi, özellikle PISA gibi uluslararası değerlendirmelerde başarılı olan ülkelerin eğitim sistemlerinde önemli bir yer tutar. Örneğin, Çin, Singapur, Finlandiya ve Estonya gibi ülkeler, problem çözme becerisini matematik öğretim

programlarının merkezine yerleştirerek öğrencilerin matematiksel düşünme becerilerini geliştirmeyi ve bu sayede uluslararası değerlendirmelerde yüksek başarılar elde etmeyi hedeflemişlerdir. Çin'in matematik öğretim programları, problem çözme becerisini geliştirmeye büyük önem verir. Öğrenciler, açık uçlu problemlerle karşı karşıya kalır ve bu problemleri çözmek için farklı stratejiler geliştirirler. Çin'deki öğretmenler, öğrencilere rehberlik ederek onların problem çözme süreçlerini destekler (Cai ve Jiang, 2017). İfade edilen kuramsal çerçeve, çalışmanın bulgularıyla örtüşmektedir. Araştırma sonucunda, matematiksel problem çözme becerisinin ilkökul düzeyinde 12 öğrenme çıktısı ile en fazla işlenen beceri olduğu, ancak ortaokul düzeyinde yalnızca 2, lise düzeyinde ise 3 öğrenme çıktısıyla sınırlı biçimde yer aldığı görülmüştür. Bu durum, özellikle ortaokul kademesinde problem çözme becerisinin göz ardı edildiğini ve bu nedenle öğrencilerin bu kritik beceriyi geliştirme fırsatlarının azaldığını göstermektedir. Oysaki bu beceri, öğrencilerin matematiksel başarılarını ve genel düşünme becerilerini doğrudan etkileyen temel bir yetkinliktir. Lise düzeyinde ise farklı bir eğilim gözlenmiştir. 9. sınıfta 3 öğrenme çıktısı ile en fazla odaklanılan beceri olurken, 10. sınıfta matematiksel problem çözme becerisi 3 öğrenme çıktısı ile öğrenme-öğretme uygulamalarında yer bulmuştur. 11. sınıfta 2 öğrenme çıktısı ile bir miktar azalma görülsede 12. sınıfta 4 öğrenme çıktısı ile bu becerinin tekrar ön plana çıktığı anlaşılmaktadır. Bu durum, lise düzeyinde problem çözme becerisinin daha yoğun işlendiğini ortaya koymaktadır. Ancak becerinin gelişiminin sistematik olmadığı ve sınıflar arasında dalgalanma gösterdiği belirlenmiştir. Bu dalgalanmalar, öğrencilerin beceriyi istikrarlı bir şekilde geliştirebilmesi açısından programın bütüncül bir yaklaşımla ele alınması gerektiğini göstermektedir. Sonuç olarak, hem literatür hem de bu çalışmanın verileri, matematiksel problem çözme becerisinin erken yaşlardan itibaren tutarlı ve yapılandırılmış biçimde geliştirilmesinin, öğrencilerin matematiksel başarılarını ve düşünme becerilerini destekleyeceğini ortaya çıkarmaktadır. Öğretim programlarında bu beceriye verilen ağırlığın sınıflar ve kademeler arasında dengeli bir şekilde dağıtılması, öğrencilerin akademik başarılarının yanı sıra, eleştirel bakma, sistematiklik ve analitik bağlamlarında zihinsel kapasitelerinde gelişime katkı sağlayacaktır. Matematiksel problem çözme becerisinin geliştirilmesi için öğretmenlere de büyük işler düşmektedir. Öğrencilerin grup hâlinde problem çözme süreçlerine katılmaları, onların iş birliği ve iletişim becerilerini geliştirir. Bu süreç, öğrencilerin farklı perspektiflerden problemlere yaklaşmalarına olanak sağlar (Voigt, 2015). Bunun yanında öğrencilere gerçek hayat problemleri sunarak onların matematiksel kavramları günlük yaşamda uygulamaları sağlanabilir. Bu yöntem, öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirir ve matematiğe olan ilgilerini artırır (Lesh ve Zawojewski, 2012).

Matematik alan becerilerinin eğitim kademeleri arasında süreklilik göstermesi önemlidir. Çünkü problem çözme becerilerinin erken yaşlarda geliştirilmesi, öğrencilerin matematiksel kavramları daha derinlemesine anlamalarını sağlar (Schoenfeld, 1985). Bu nedenle, diğer becerilerle desteklenen problem çözme becerisi, her bir kademede bu becerilerin gelişimini destekleyecek şekilde mevcut hâli güçlendirilerek verilmelidir.

Veri ile çalışma ve veriye dayalı karar verme becerileri, çağın gereklilikleri doğrultusunda öğretim programlarında daha fazla yer bulmalıdır. Bu durum öğrencilerin günlük hayatta ve kariyerlerinde karşılaşacakları büyük veri, analiz ve olasılık senaryolarını daha iyi anlamalarına katkı sağlayacaktır.

Literatürde, matematiksel muhakeme becerilerinin öğrencilerin problem çözme ve eleştirel düşünme yeteneklerini geliştirdiği vurgulanmaktadır (Cai, 2003). Bu nedenle, bu becerilerin öğretim programlarında daha fazla yer alması önerilir.

Öğretmen eğitimi, diğer derslerde olduğu gibi matematik öğretiminin kalitesini artırmada önemli bir rol oynamaktadır (Ball, Thames ve Phelps, 2008). Bu nedenle, öğretmenlerin bu alanlarda daha fazla eğitim almaları sağlanmalıdır.

Etik Komite Onayı: Çalışma Etik Kurul izni alınmasını gerektiren çalışmalar grubunda yer almamaktadır. Bu nedenle Etik Kurul izni beyan edilmemiştir.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Yazar Katkıları: Yazarlar; bu makalenin araştırılması, yazarlığı ve yayımlanması için eşit düzeyde katkı sağlamışlardır.

Çıkar Çatışması: Yazarlar; bu makalenin araştırılması, yazarlığı ve yayımlanmasına ilişkin herhangi bir potansiyel çıkar çatışması beyan etmemiştir.

Finansal Destek: Yazarlar; bu makalenin araştırılması, yazarlığı ve yayımlanması için herhangi bir finansal destek almamıştır.

Yapay Zekâ Kullanımı Bildirimi: Yazarlar; bu makalenin araştırılması, yazarlığı ve yayımlanması için herhangi bir yapay zekâ aracından faydalanmamıştır.

Kaynakça

- Alifa, K. R., Araiku, J., Yusup, M., & Pratiwi, W. D. (2022). Students mathematical representation ability in solving numeracy problem through problem based learning. *Journal of Medives: Journal of Mathematics Education IKIP Veteran Semarang*, 6(1), 121-134. <https://doi.org/10.31331/medivesveteran.v6i1.1936>
- Apriatni, S., Nindiasari, H., & Khaeroni, K. (2022). Student's mathematic reflective thinking ability through the improve learning model. *Prima Jurnal Pendidikan Matematika*, 6(2), 159-176. <https://doi.org/10.31000/prima.v6i2.5456>
- Awaludin, A. A. R., Selvia, N., & Andrari, F. R. (2021). Mathematical representation of students in solving mathematic problems reviewed from extrovert-introvert personality. *International Journal of Elementary Education*, 5(2), 323-329. <https://doi.org/10.23887/ijee.v5i2.33206>
- Baki, A. (2008). *Kuramdan uygulamaya matematik eğitimi*. Harf Eğitim.
- Ball, D. L., Thames, M. H., & Phelps, G. (2008). Content knowledge for teaching: What makes it special? *Journal of Teacher Education*, 59(5), 389-407. <https://doi.org/10.1177/0022487108324554>
- Bowen, G. A. (2009). Document analysis as a qualitative research method. *Qualitative Research Journal*, 9(2), 27-40. <https://doi.org/10.3316/QRJ0902027>
- Cai, J. (2003). What research tells us about teaching mathematics through problem solving. In F. Lester (Ed.), *Research and issues in teaching mathematics through problem solving*. National Council of Teachers of Mathematics
- Cai, J., & Jiang, C. (2017). An analysis of problem-posing tasks in Chinese and US elementary mathematics textbooks. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(8), 1521-1540.
- Drewniak, D., Krones, T., & Wild, V. (2017). Do attitudes and behavior of health care professionals exacerbate health care disparities among immigrant and ethnic minority groups? an integrative literature review. *International Journal of Nursing Studies*, 70, 89-98. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2017.02.015>
- English, L. D. (2016). STEM education K-12: Perspectives on integration. *International Journal of STEM Education*, 3(3), 1-8. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0036-1>
- Guerra-López, I., & Blake, A.M. (2011). Leadership decision making and the use of data. *Performance Improvement Quarterly*, 24(2), 89-104. <https://doi.org/10.1002/piq.20113>
- Gurat, M. G. (2018). Mathematical problem-solving heuristics among student teachers. *Journal on Efficiency and Responsibility in Education and Science*, 11(3), 53-64. <https://doi.org/10.7160/eriesj.2018.110302>
- Hoyles, C., & Lagrange, J. B. (2010). *Mathematics education and technology-rethinking the terrain: The 17th ICMI study*. Springer.
- Jensen, E. (2023). Enhancing mathematical reasoning in primary school with the strategic board game othello. *European Conference on Games Based Learning*, 17(1), 289-295. <https://doi.org/10.34190/ecgbl.17.1.1524>
- Jensen, E., & Skott, C. (2022). How can the use of digital games in mathematics education promote students' mathematical reasoning? A qualitative systematic review. *Digital Experiences in Mathematics Education*, 8(2), 183-212. <https://doi.org/10.1007/s40751-022-00100-7>

- Karakuş Aktan, E. N, Aslan, C. ve Yalçın, A. (2021). Okuma stratejisi eğitiminin matematik dersi problem çözme becerisine etkisi. *Ana Dili Eğitimi Dergisi*, 9(2), 381-394. <https://doi.org/10.16916/aded.851966>
- Kilpatrick, J., Swafford, J., & Findell, B. (2001). *Adding it up: Helping children learn mathematics*. National Academy.
- Kutluca, T., Tum, A., & Mut, A. İ. (2020). Evaluation of enriched learning environment in the context of mathematical reasoning from the perspective of the students and their teacher. *Discourse and Communication for Sustainable Education*, 11(2), 85-105. <https://doi.org/10.2478/dcse-2020-0020>
- Kuzu, O., Göçer, V. ve Akçay, A. O. (2024). Türkiye yüzyılı maarif modeli kapsamında ilkököl matematik dersi öğretim programı'nın incelenmesi. *RumeliDE Dil ve Edebiyat Araştırmaları Dergisi*, 41, 640-667. <https://10.5281/zenodo.13337757>
- Kuzu, O., Toptaş, V. ve Göçer, V. (2024). Türkiye yüzyılı maarif modeli perspektifinde 2018 ve 2024 ilkököl matematik dersi öğretim programlarının karşılaştırılması. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 26(1), 114-140.
- Laborde, C. (2002). Integration of technology in the design of geometry tasks with Cabri-geometry. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 6(3), 283-317. <https://doi.org/10.1023/A:1013309728825>
- Lāma, G., & Andersone, R. (2021). Transversal skills in mathematics curriculums of latvian secondary education: 1940-2020. In *The Proceedings of the International Scientific Conference Rural Environment. Education. Personality (REEP)*, 14, 120-129. <https://doi.org/10.22616/reep.2021.14.013>
- Lesh, R., & Zawojewski, J. S. (2012). Problem solving and modeling. In *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 725-753). NCTM.
- Li, H., & Zulnaidi, H. (2019). Effects of the geometer's sketchpad on algebraic reasoning among junior private high school students. *Journal of Research on Mathematics Instruction*, 1(1), 1-10. <https://doi.org/10.33578/jrmi.v1i1.10>
- Lithner, J. (2008). A research framework for creative and imitative reasoning. *Educational Studies in Mathematics*, 67(3), 255-276.
- Luo, Z., Lo, W., Bian, R., Wong, S., & Li, L. (2019). Advanced quantitative estimation methods for spasticity: a literature review. *Journal of International Medical Research*, 48(3), 1-13. <https://doi.org/10.1177/0300060519888425>
- Mahmud, M. S., & Drus, N. F. M. (2023). The use of oral questioning to improve students' reasoning skills in primary school mathematics learning. *Frontiers in Education*, 8, 1-12. <https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1126816>
- Marsitin, R., & Sesanti, N. (2023). Developing an electronic module based on mathematical literacy to enhance students' mathematical reasoning. *Jurnal Elemen*, 9(1), 197-210. <https://doi.org/10.29408/jel.v9i1.6915>
- Merriam, S. B. (2009). *Qualitative research: A guide to design and implementation*. Jossey-Bass.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (2016). *Nitel veri analizi*. (S. A. Altun, & A. Ersoy, Çev.) Pegem Akademi.
- Millî Eğitim Bakanlığı (2024). *Türkiye yüzyılı maarif modeli ortaöğretim matematik dersi öğretim programı (Hazırlık, 9, 10, 11 ve 12. Sınıflar)*.

- <https://tymm.meb.gov.tr/upload/program/2024programmalth9101112Onayli.pdf>, 01.01.2025
- Millî Eğitim Bakanlığı (2024). *Türkiye yüzyılı maarif modeli öğretim programları ortak metni*. <https://tymm.meb.gov.tr/upload/brosur/2024programortakmetinOnayli.pdf>, 20.09.2024
- Muktamar, A., & Nurnaningsih, A. (2024). The integration of HR analytics and decision making. *Management Studies and Business Journal*, 1(1), 182-189. <https://doi.org/10.62207/aj4nj061>
- NCTM. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. NCTM.
- NCTM. (2014). *Principles to actions: Ensuring mathematical success for all*. Author.
- Niess, M. L. (2005). Preparing teachers to teach science and mathematics with technology: Developing a technology pedagogical content knowledge. *Teaching and Teacher Education*, 21(5), 509-523. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2005.03.006>
- Noer, S. H., & Gunowibowo, P. (2018). Efektivitas problem based learning ditinjau dari kemampuan berpikir kritis dan representasi matematis. *Jurnal Penelitian Dan Pembelajaran Matematika*, 11(2), 17-32. <https://doi.org/10.30870/jppm.v11i2.3751>
- Novotná, J., Eisenmann, P., Příbyl, J., Ondrušová, J., & Břehovský, J. (2014). Problem solving in school mathematics based on heuristic strategies. *Journal on Efficiency and Responsibility in Education and Science*, 7(1), 1-6. <https://doi.org/10.7160/eriesj.2014.070101>
- OECD. (2018). *The future of education and skills: Education 2030*. OECD Publishing. <https://www.oecd.org/education/2030/>
- Özeren, E. ve Göçer, V. (2024). Öğretmenlerin matematik öğretimine karşı tutumlarının öğretim programı okuryazarlıkları ve teknolojik pedagojik alan bilgileriyle ilişkisinin incelenmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 21(3), 1141-1163. <https://doi.org/10.33437/ksusbd.1505446>
- Pagiling, S. L., Natsir, I., Palobo, M., & Mayasari, D. (2022). Prospective mathematics teachers' beliefs and representations. *Formatif: Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA*, 12(1), 35-46. <https://doi.org/10.30998/formatif.v12i1.10067>
- Pierce, R., & Stacey, K. (2010). Mapping pedagogical opportunities provided by mathematics analysis software. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 15(1), 1-20.
- Polya, G. (1945). *How to solve it: A new aspect of mathematical method*. Princeton University Press.
- Popham, M., Adams, S., & Hodge, J. (2019). Self-regulated strategy development to teach mathematics problem solving. *Intervention in School and Clinic*, 55(3), 154-161. <https://doi.org/10.1177/1053451219842197>
- Pradana, L. N. (2024). Problem-solving strategy: mathematical problem-solving model within the polya' framework. *6 th International Conference on Education and Social Science Research, KnE Social Sciences*, pages 728-740. <https://doi.org/10.18502/kss.v9i6.15327>
- Prayitno, S., Lu'luilmaknunn, U., Sridana, N., & Subarinah, S. (2021, May). Analyzing the ability of mathematics students as prospective mathematics teachers on multiple mathematical representation. In *2nd Annual Conference on Education and Social Science (ACCESS 2020)* (pp. 309-313). Atlantis. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.210525.096>

- Prior, L. (2003). *Using documents in social research*. Sage.
- Provost, F., & Fawcett, T. (2013). Data science and its relationship to big data and data-driven decision making. *Big Data*, 1(1), 51-59. <https://doi.org/10.1089/big.2013.1508>
- Rofiki, I., & Santia, I. (2018). Describing the phenomena of students' representation in solving ill-posed and well-posed problems. *International Journal on Teaching and Learning Mathematics*, 1(1), 39-50. <https://doi.org/10.18860/ijtlm.v1i1.5713>
- Schoenfeld, A. H. (1985). *Mathematical problem solving*. Academic.
- Schoenfeld, A. H. (2013). Reflections on problem solving theory and practice. *The Mathematics Enthusiast*, 10(1-2), 9-34.
- Setiana, D. S., Wijayanto, Z., & Arcana, I. N. (2019, April). Development of Mathematical Test Instrument to Measure Critical Thinking Ability. In *Proceedings of the 1st International Conference on Science and Technology for an Internet of Things, 20 October 2018, Yogyakarta, Indonesia*. <https://doi.org/10.4108/eai.19-10-2018.2282614>
- Shorfuzzaman, M. (2017). Leveraging cloud based big data analytics in knowledge management for enhanced decision making in organizations. *International Journal of Distributed and Parallel Systems*, 8(1), 1-13. <https://doi.org/10.5121/ijdps.2017.8101>
- Supriadi, N., Putra, F. G., Cahyaningtyas, E., & Imama, K. (2024). Optimizing Mathematical Representation Skills: Unveiling the Synergy between Quantum Teaching and Self-Esteem. *Journal of Philology and Educational Sciences*, 3(1), 34-42. <https://doi.org/10.53898/jpes2024313>
- Syukri, A., Marzal, J., & Muhaimin, M. (2020). Constructivism-based mathematics learning multimedia to improve students' mathematical communication skills. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 3(2), 117-132. <https://doi.org/10.24042/ijisme.v3i2.6201>
- Tambunan, H. (2019). The effectiveness of the problem solving strategy and the scientific approach to students' mathematical capabilities in high order thinking skills. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 14(2), 293-302. <https://doi.org/10.29333/iejme/5715>
- Tang, Y., & Han, L. (2022, December). A review of domestic and overseas research on data literacy education. In *2022 3rd International Conference on Modern Education and Information Management (ICMEIM 2022)* (pp. 774-780). Atlantis. https://doi.org/10.2991/978-94-6463-044-2_97
- Truong, Q. D., & Manh, N. T. (2021). The Importance of Decision Making in Public Organizations. *Journal of Asian Multicultural Research for Social Sciences Study*, 2(1), 16-20. <https://doi.org/10.47616/jamrsss.v2i1.87>
- Voigt, M. (2015). Collaborative problem solving in mathematics: A review of empirical research. *Educational Studies in Mathematics*, 90(2), 143-162.
- Yackel, E., & Cobb, P. (1996). Sociomathematical norms, argumentation, and autonomy in mathematics. *Journal for Research in Mathematics Education*, 27(4), 458-477.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2021). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (12. Baskı). Seçkin.

Multi-Dimensional Analysis of Mathematics Field Skills in Horizontal and Vertical Context Based on Türkiye Century Education Model

Veysel GÖÇER, Ministry of National Education, ORCID ID: 0000-0002-9242-6863

Okan KUZU, Kirsehir Ahi Evran University, ORCID ID: 0000-0003-2466-4701

Highlights

- *The working with mathematical tools and technology skill showed strong development at the primary school level.*
- *The problem solving skill increased notably In grade 7 at the lower secondary level.*
- *Mathematical reasoning and data analysis skills remained limited across all educational stages.*
- *Technology supports processes of mathematical reasoning and problem solving.*

Abstract

This study aims to conduct a multidimensional analysis of mathematics domain skills within the framework of the Türkiye Century Education Model, focusing on inter-skill relationships, learning outcomes, and thematic structures in both horizontal (across grade levels) and vertical (across educational stages) contexts. In line with this objective, the study investigates how mathematics domain skills are distributed across educational levels and grades with respect to inter-skill relationships, learning outcomes, and themes. A case study design, one of the qualitative research approaches, was adopted. As data sources, the 2024 Mathematics Curricula for Primary, Lower Secondary, and Upper Secondary Education, published by the Turkish Ministry of National Education, were utilized. The data were analyzed using the descriptive analysis technique. The analysis revealed significant differences in the distribution of mathematics domain skills across educational levels. At the primary school level, the skill working with mathematical tools and technology showed more consistent development compared to other skills; however, mathematical reasoning, problem solving, working with data, and data-driven decision making were addressed more limitedly. At the lower secondary level, mathematical problem solving notably increased, particularly In grade 7. At the upper secondary level, Working with mathematical tools and technology regained prominence, whereas mathematical reasoning and working with data remained limited. In terms of learning outcomes, mathematical representation and working with mathematical tools and technology were among the most frequently emphasized skills. However, while problem solving was intensively addressed at the primary level, its presence significantly decreased at the lower and upper secondary levels.

Keywords: *Mathematics Domain Skills, Türkiye Century Education Model, Inter-Skill Relationships, Learning Outcomes, Educational Stages*



Inönü University
Journal of the Faculty of
Education
Vol 26, No 2, 2025
pp. 1061-1109
DOI
XXXXXXXX

Article Type
Research Article

Received
11.02.2025

Accepted
05.08.2025

Suggested Citation

Göçer, V. & Kuzu, O. (2025). Multi-dimensional analysis of mathematics field skills in horizontal and vertical context based on Türkiye century education model, *Inönü University Journal of the Faculty of Education*, 26(2), 1061-1109. DOI: 10.17679/inuefd.1637696

1. Introduction

Mathematics domain skills offer an integrated approach aimed at enhancing individuals' mathematical thinking and problem-solving competencies. Within the scope of the Türkiye Century Education Model (TCEM), published in 2024, five core mathematics domain skills have been identified: mathematical reasoning, mathematical problem solving, mathematical representation, working with data and data-driven decision making, and use of mathematical tools and technology (Ministry of National Education-MoNE, 2024). These skills encompass not only subject-specific knowledge in mathematics education but also the interpretation, analysis, and application of this knowledge in real-life contexts. Accordingly, the TCEM aims to enable students to perceive mathematics not merely as an academic subject, but as a fundamental component of daily life and scientific inquiry.

The 2024 mathematics curricula include thinking skills such as analytical thinking, generalization, and representation (Lāma & Andersone, 2021). These skills are critically important for students to acquire mathematical knowledge and to develop technical competencies. Furthermore, technology integration can be said to enable teachers to develop pedagogical content knowledge that supports effective use of technology in instruction. In their study, Özeren and Göçer (2024) identified a significant relationship between teachers' attitudes toward mathematics instruction and their technological pedagogical content knowledge in mathematics. In this context, it can be stated that the use of technology by teachers in mathematics instruction plays a crucial role in enhancing students' mathematical skills.

One of the methods used to enhance students' mathematical thinking skills is the use of inquiry-based questioning. Mahmud and Drus (2023) note that teachers employ questions requiring inquiry to develop students' reasoning abilities. Such questions encourage creative thinking and help students generate alternative solutions. Moreover, fostering critical thinking skills is also essential in mathematical problem-solving processes (Setiana et al., 2019). Critical thinking enables students to solve mathematical problems in a more meaningful and reflective manner. In light of this, it is evident that multiple skills can be taught in an interrelated manner within mathematics instruction. Indeed, Kuzu, Akçay, and Göçer (2024) found in their study that, specifically at the primary school level, the mathematics curriculum addressed eighteen out of twenty integrated skills, including both foundational and higher-order thinking skills.

In mathematical learning processes, the development of students' reflective thinking and problem-solving skills is of critical importance (Apriatni et al., 2022). These skills enable students not only to memorize mathematical concepts but also to understand them deeply and apply them in various contexts. As a result, students become capable of analyzing mathematical problems, generating solution strategies, and evaluating those strategies. However, the ability to produce individual solutions alone is not sufficient; mathematical communication skills are also essential for students to express their thoughts clearly and accurately, and to interact effectively with both teachers and peers (Syukri et al., 2020). Such communication environments support students in gaining new perspectives and restructuring their own thinking. To foster the development of these skills, the use of diverse learning environments and interactive tools in mathematics instruction is of great importance. Indeed, research has shown that technology-enhanced and student-centered learning environments increase students' active participation and promote long-term retention of learning (Kutluca et al., 2020). Therefore, the holistic development of mathematical thinking, communication, and problem-solving skills can only be achieved through enriched instructional settings.

Mathematical representation, one of the core mathematics domain skills, involves the organization of mathematical knowledge expressed in various forms (such as visual, symbolic), and verbal representations (Awaludin et al., 2021; Prayitno et al., 2021). In this context, research in mathematics education has shown that different instructional methods can effectively enhance students' mathematical representation skills (Alifa et al., 2022; Noer & Gunowibowo, 2018). Teachers play a crucial role in the development of representation skills. By creating a learning environment that encourages students to use multiple forms of representation, teachers can help students gain a deeper understanding of mathematical concepts (Gurat, 2018). The ability to use various forms of representation allows students to be more effective in solving mathematical problems (Pagiling et al., 2022; Rofiki & Santia, 2018). Therefore, teachers should guide students in developing problem-solving strategies through the use of mathematical representations (Supriadi et al., 2024). As in previous curricula, "teacher guidance" stands out as a key concept not only in the 2024 mathematics curriculum but also across all current curriculum frameworks.

The Working with Data and Data-Driven Decision Making skill, featured in the 2024 mathematics curriculum, is gaining increasing importance in both the modern business world and academic fields. Data analytics helps organizations optimize their decision-making processes, and the quality of the data used in these processes directly affects the effectiveness of decisions. In particular, big data technologies and data science applications provide opportunities to automate and scale decision-making processes. In this context, data-driven decision making holds significant potential to enhance organizational performance (Provost & Fawcett, 2013). Furthermore, working with data may require leaders to understand the types of data used in decision-making processes. The ability to effectively analyze and interpret data improves the quality of these decisions (Tang & Han, 2022). Additionally, data analytics and decision support systems enable organizations to make more strategic decisions. For instance, human resources analytics provides valuable insights by analyzing employee data to reveal information related to organizational performance and employee engagement (Muktamar & Nurnaningsih, 2024), and to enhance the capacity for delivering more efficient services (Truong & Manh, 2021). In this context, data analytics is becoming a crucial tool in the formulation and implementation of public policies (Shorfuzzaman, 2017).

The mathematical problem-solving skill, included in the mathematics curriculum, encompasses the ability to analyze complex problems, develop strategies, and find solutions. Research has shown that various methods are effective in enhancing problem-solving processes. In a study conducted by Karakuş Aktan, Aslan, and Yalçın (2021), it was found that students who received training in reading strategies demonstrated higher levels of success in solving mathematical problems. Similarly, Popham, Adams, and Hodge (2019) provided evidence that the use of self-regulation methods had a significant impact on overcoming difficulties in mathematical problem solving. Novotná et al. (2014) highlighted the importance of visual imagination in problem solving through the use of graphs and analogical approaches. Pradana (2024) emphasized that problem-solving skills contribute to the development of critical thinking and support the processes of analyzing problems. In this context, it has been shown that engaging in problem-solving processes can play a key role in developing a range of related skills (Tambunan, 2019).

1.1. Purpose of the Research

This study aims to conduct a multidimensional analysis of how mathematics domain skills, as outlined in the Türkiye Century Education Model, are structured in terms of inter-skill

relationships, learning outcomes, and themes both horizontally (within the same grade level) and vertically (across grades and educational stages). In line with this purpose, the study seeks to answer the following research questions:

- 1) What is the horizontal and vertical distribution of mathematics domain skills in terms of inter-skill relationships?
- 2) What is the horizontal and vertical distribution of mathematics domain skills in terms of learning outcomes?
- 3) What is the horizontal and vertical distribution of mathematics domain skills in terms of themes?

2. Method

2.1. Model

In this study, a qualitative research approach was adopted, considering the nature of the collected data, the data collection process, and the data analysis. A case study design was employed to investigate how the 2024 Primary, Middle, and High School Mathematics Curricula are distributed both horizontally and vertically in the context of mathematical domain-specific skills. Data were collected through document analysis.

2.2. Data Sources

As data sources, the study utilized the 2024 Mathematics Curriculum for Primary School (Grades 1, 2, 3, and 4), the Mathematics Curriculum for Lower Secondary School (Grades 5, 6, 7, and 8), and the Mathematics Curriculum for Upper Secondary School (Preparatory, Grades 9, 10, 11, and 12), all published by the Turkish Ministry of National Education (MEB, 2024).

2.3. Data Collection

The data of the study were collected through document analysis. As an essential component of scientific research, document analysis refers to the systematic process of collecting and interpreting data by analyzing written materials, which contributes to the generation of new knowledge through the synthesis and evaluation of existing information (Luo et al., 2019; Bowen, 2009). In addition, document analysis was preferred in this study because it is an effective method for examining historical information, offers researchers a broad range of data, and is more economical than other methods in terms of both cost and time (Merriam, 2009).

In the document analysis process of the study, the first step involved identifying the relevant documents. In this context, written sources related to the research topic (i.e., the relevant mathematics curricula) were reviewed, and documents that would serve the purpose of the study were selected (Prior, 2003). The selected documents were then systematically classified in line with the research questions, concluding the data collection phase and initiating the data analysis process.

2.4. Analysis of Data

In this study, descriptive analysis was employed to examine the content of the mathematics curricula. Descriptive analysis is a systematic method that enables the organization and interpretation of qualitative data within the framework of predefined themes (Yıldırım & Şimşek, 2021). Within the scope of the research, the Mathematics Curricula for Primary, Lower Secondary, and Upper Secondary Education were analyzed. During the document scanning process, specific keywords and selection criteria were utilized. Keywords such as "Domain-Specific Skills," "Inter-Skill Relationships," "Theme," and "Grade," as well as the abbreviation MAB (Mathematics Domain Skills), were used. These keywords were selected because they are among the most frequently and consistently used terms in the curricula to directly denote or indirectly imply the presence of mathematical skills. The use of targeted

keywords and defined criteria facilitated the effective identification and analysis of relevant content (Drewniak et al., 2017). The selected keywords align with both the structural language of the MoNE curricula and the scanning strategies commonly adopted in similar document analyses. In this way, systematic access to content focusing on the targeted skills was ensured.

The data analysis process was conducted by multiple researchers. Initially, all researchers independently reviewed the mathematics curricula to identify the horizontal (across grade levels) and vertical (across educational stages) distribution of mathematics domain skills in terms of inter-skill relationships, learning outcomes, and themes. Subsequently, the data obtained by the researchers were compared for consistency, and any discrepancies were discussed and resolved through consensus. During this process, inter-rater reliability was calculated using the formula proposed by Miles and Huberman (2016) $[\text{Reliability} = \text{Consensus} / (\text{Consensus} + \text{Disagreement})]$, and the reliability coefficient was found to be above 95%. This rate meets the reliability threshold generally accepted in qualitative research. The data were then thematically categorized based on the research questions in accordance with the study's objectives. The findings were presented and interpreted separately according to grade level, educational stage, and theme. In this way, the distribution of mathematics domain skills within the curricula was systematically revealed both horizontally and vertically in terms of grades, educational levels, and thematic structures.

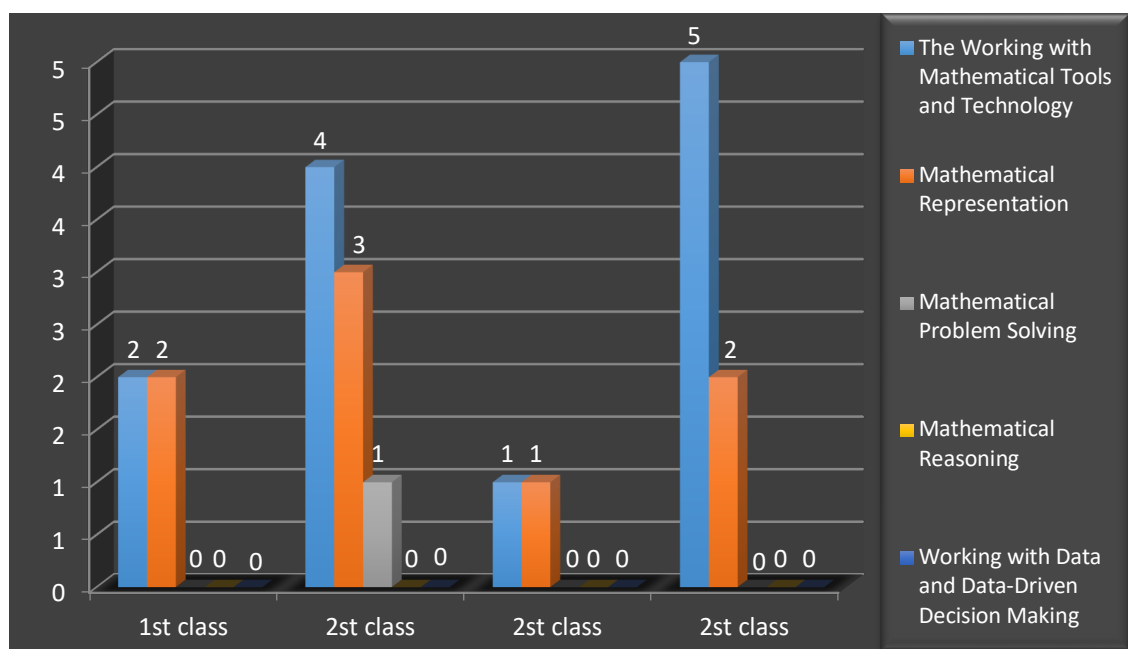
3. Findings

3.1. Distribution of Mathematics Domain Skills in Terms of Inter-Skill Relationships

The distribution of mathematics domain skills in primary education in terms of inter-skill relationships is presented in Figure 1.

Figure 12.

Distribution of mathematics domain skills in primary education in terms of inter-skill relationships



An examination of Figure 1 reveals how mathematics domain skills change across grade levels in primary education. The figure shows that the using mathematical tools and technology skill demonstrates consistent development throughout the primary grades, reaching its highest level in grade 4. The mathematical representation skill initially shows strong growth, declines in grade 3, and then recovers in grade 4. The skills of problem solving,

mathematical reasoning, and working with data and making data-driven decisions are addressed only minimally within the context of inter-skill relationships at the primary school level. This figure reveals that the distribution of mathematical domain-specific skills at the primary level differs notably.

Figure 13.

Word cloud representing mathematics domain skills in primary education

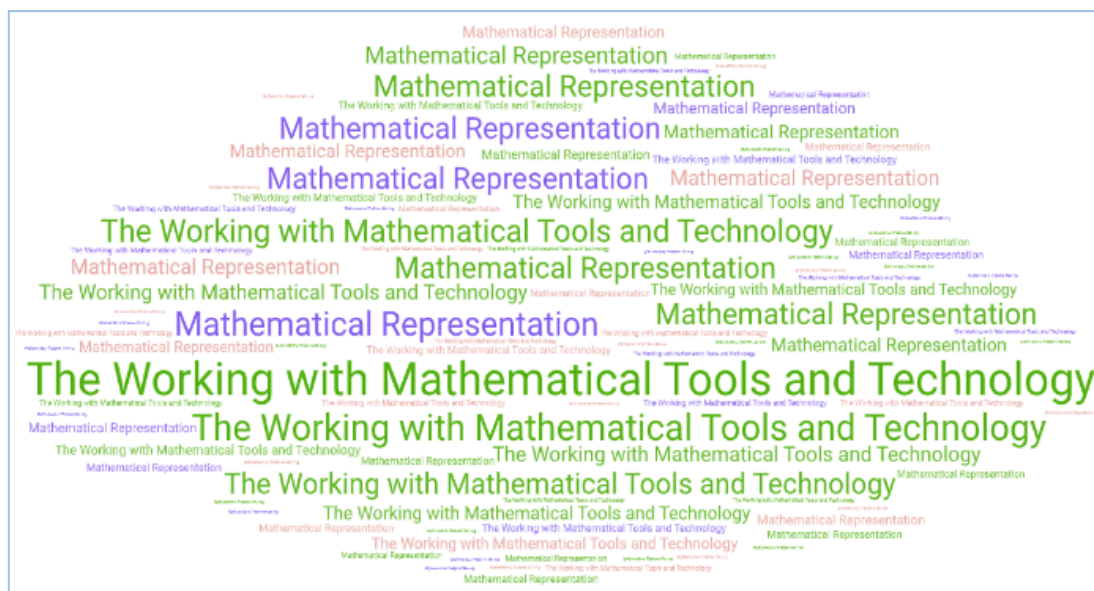
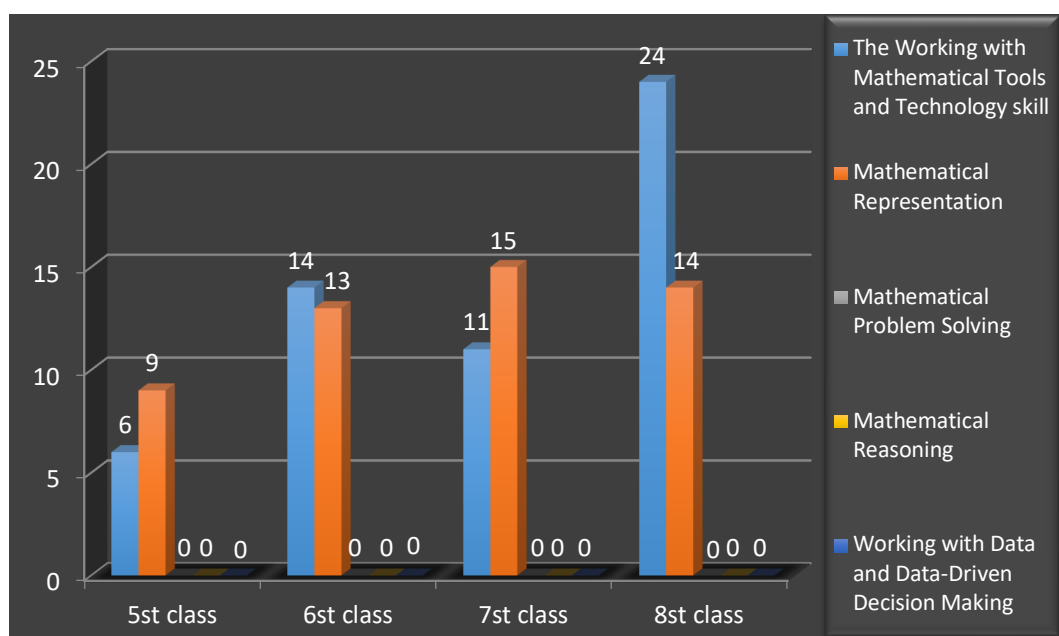


Figure 14.

Distribution of mathematics domain skills in lower secondary education in terms of inter-skill relationships



As illustrated in Figure 3, the skill of working with mathematical tools and technology is least emphasized in 5th grade. However, this skill shows a steady increase in subsequent grades, peaking in 8th grade. The skill of mathematical representation demonstrates strong development starting from the early years of middle school, reaching its highest level in 7th

grade, though experiencing a slight decline in 8th grade. In contrast, the skills of mathematical problem solving, mathematical reasoning, and working with data and making data-driven decisions are not observed within the context of inter-skill relationships at the middle school level. This figure highlights that the distribution of mathematical domain-specific skills differs significantly in middle school compared to primary education.

Figure 15.

Word cloud representing mathematics domain skills in middle school

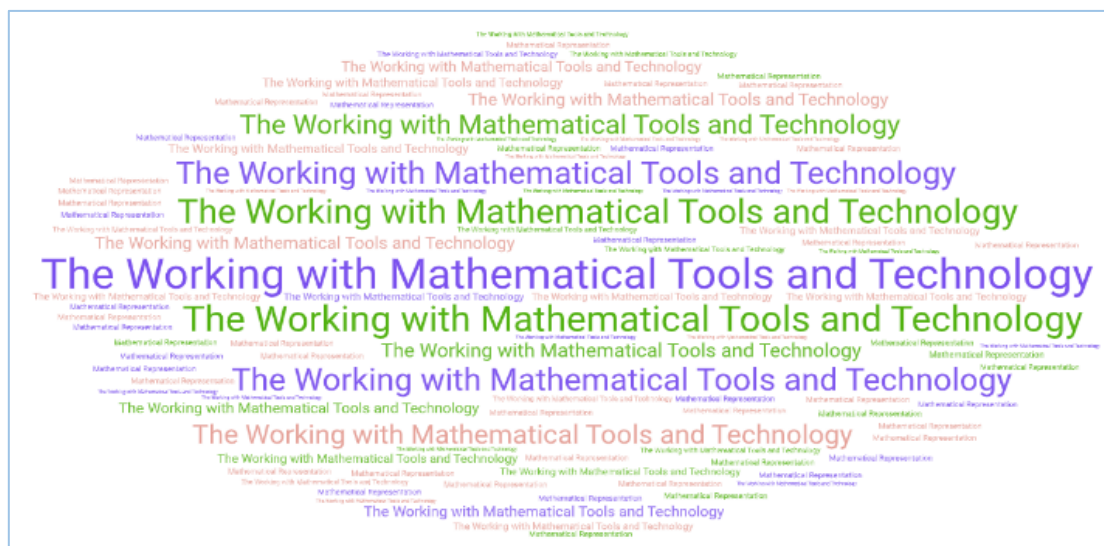
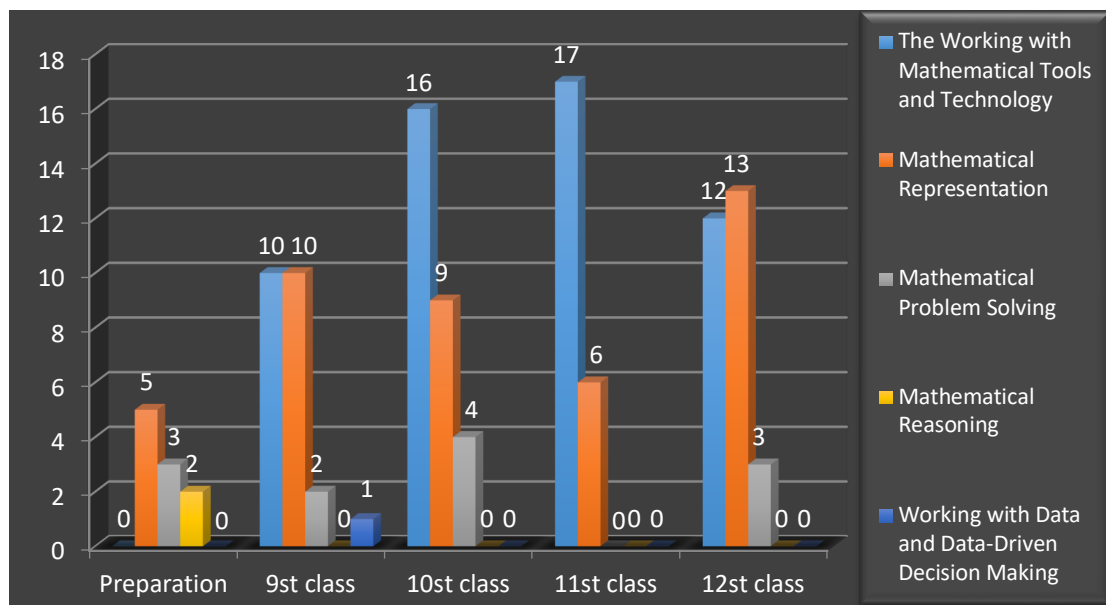


Figure 16.

Distribution of mathematics domain skills in upper secondary education in terms of inter-skill relationships

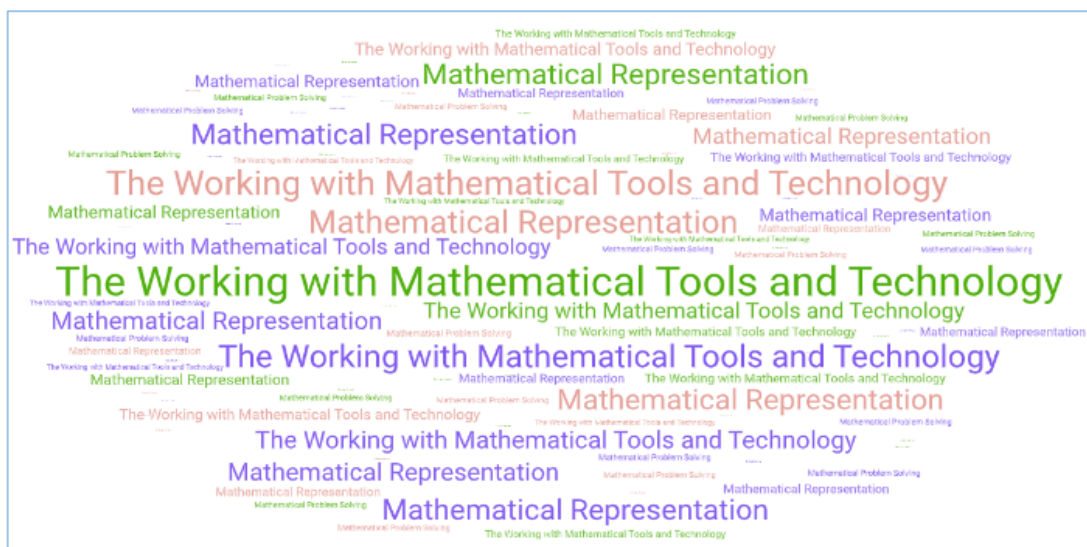


An examination of Figure 5 reveals that the working with mathematical tools and technology skill remained consistently prominent throughout upper secondary education, peaking in grade 11 and showing a decline in grade 12. The mathematical representation skill demonstrated strong development in the early years (preparatory and grade 9), experienced a decline in grades 10 and 11, and showed a recovery in grade 12. The mathematical problem solving skill reached its highest level in grade 10, completely disappeared in grade 11, and partially reappeared in grade 12. As shown in Figure 5, the skills of mathematical reasoning

and working with data and making data-driven decisions are used only to a limited extent from the preparatory grade through 12th grade.

Figure 17.

Word cloud representing mathematics domain skills in upper secondary education in terms of inter-skill relationships

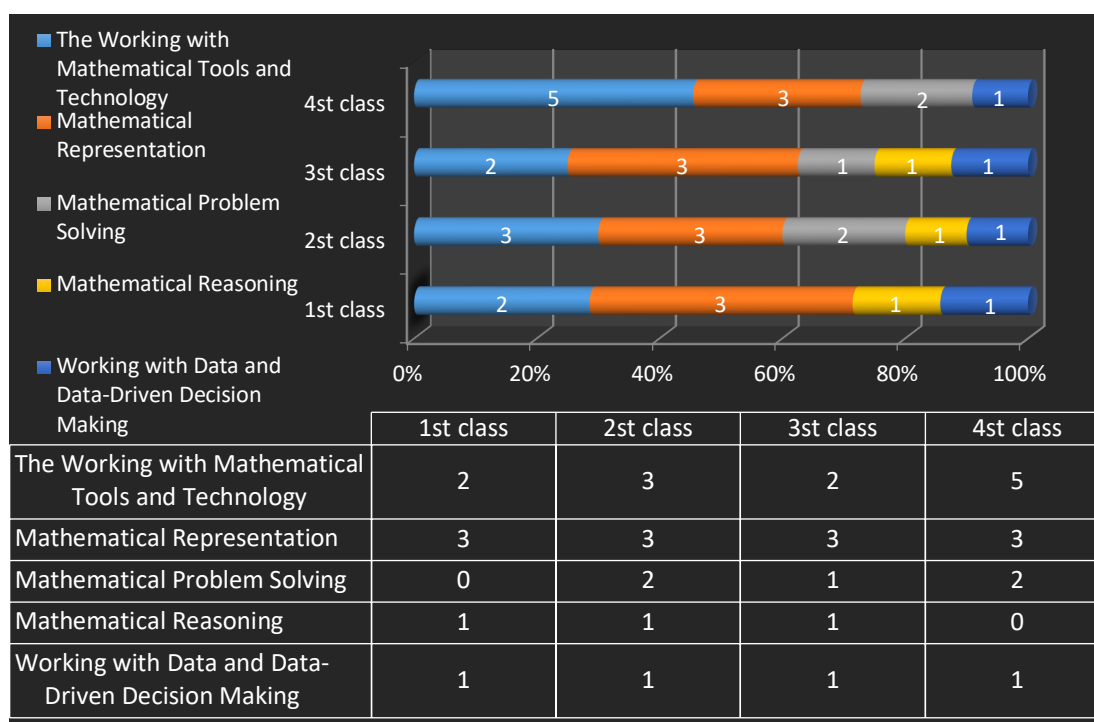


3.2. Distribution of Mathematics Domain Skills in Terms of Learning Outcomes

The distribution of mathematics domain skills in primary education in terms of learning outcomes is presented in Figure 7.

Figure 18.

Distribution of mathematics domain skills in primary education in terms of learning outcomes

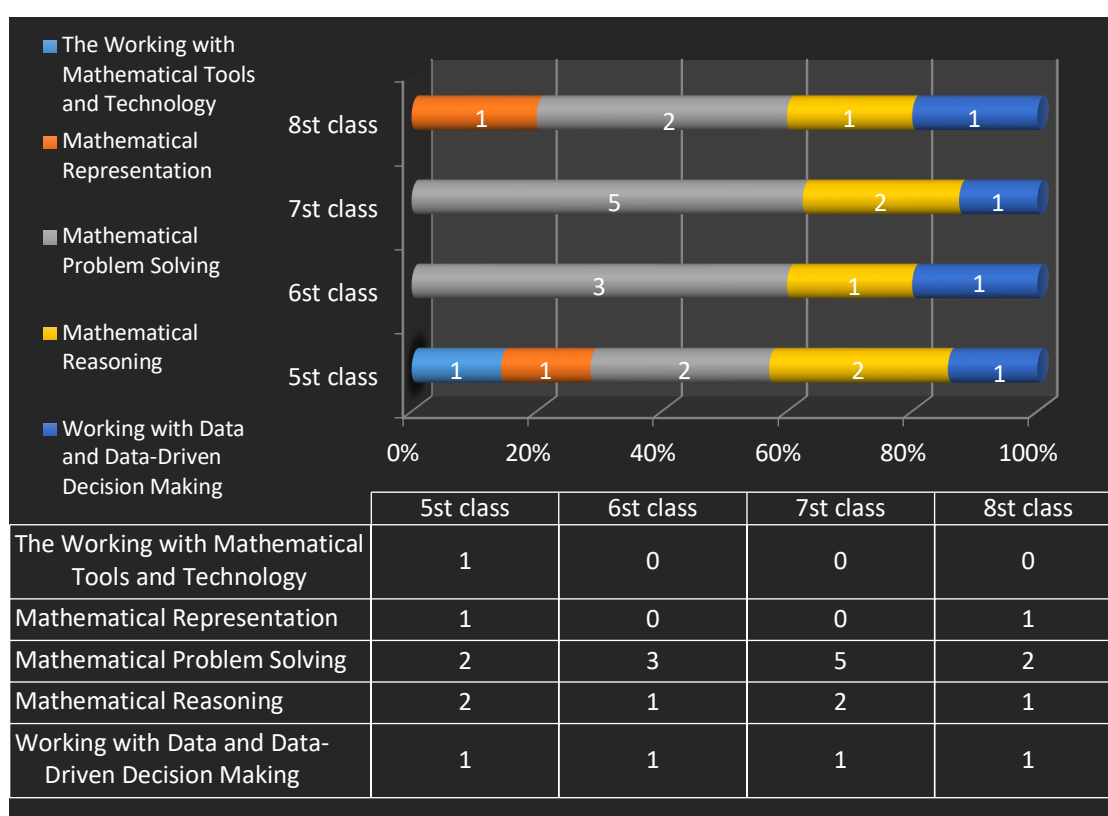


In grade 1, the highest number of learning outcomes was identified for the mathematical representation skill (3 learning outcomes), followed by working with

mathematical tools and technology (2 learning outcomes). Mathematical reasoning and working with data and data-driven decision making were addressed to a limited extent, each with only 1 learning outcome, while mathematical problem solving was not addressed at all in this grade. In grade 2, mathematical representation and working with mathematical tools and technology were used at equal levels, and mathematical problem solving was addressed for the first time with 2 learning outcomes. However, mathematical reasoning and working with data and data-driven decision making remained constant with just 1 learning outcome each. In grade 3, mathematical representation ($f=3$) continued to be the most emphasized skill, followed by working with mathematical tools and technology with 2 learning outcomes. However, mathematical problem solving declined to just 1 learning outcome, and no increase was observed in either Mathematical Reasoning or Working with Data and Data-Driven Decision Making. In grade 4, Working with Mathematical Tools and Technology peaked with 5 learning outcomes. Mathematical Representation ($f=3$) remained stable, while mathematical problem solving increased to 2 learning outcomes. In contrast, Mathematical Reasoning was not addressed in any learning outcomes in this grade, and Working with Data and Data-Driven Decision Making remained consistently low.

Figure 19.

Distribution of mathematics domain skills in lower secondary education in terms of learning outcomes



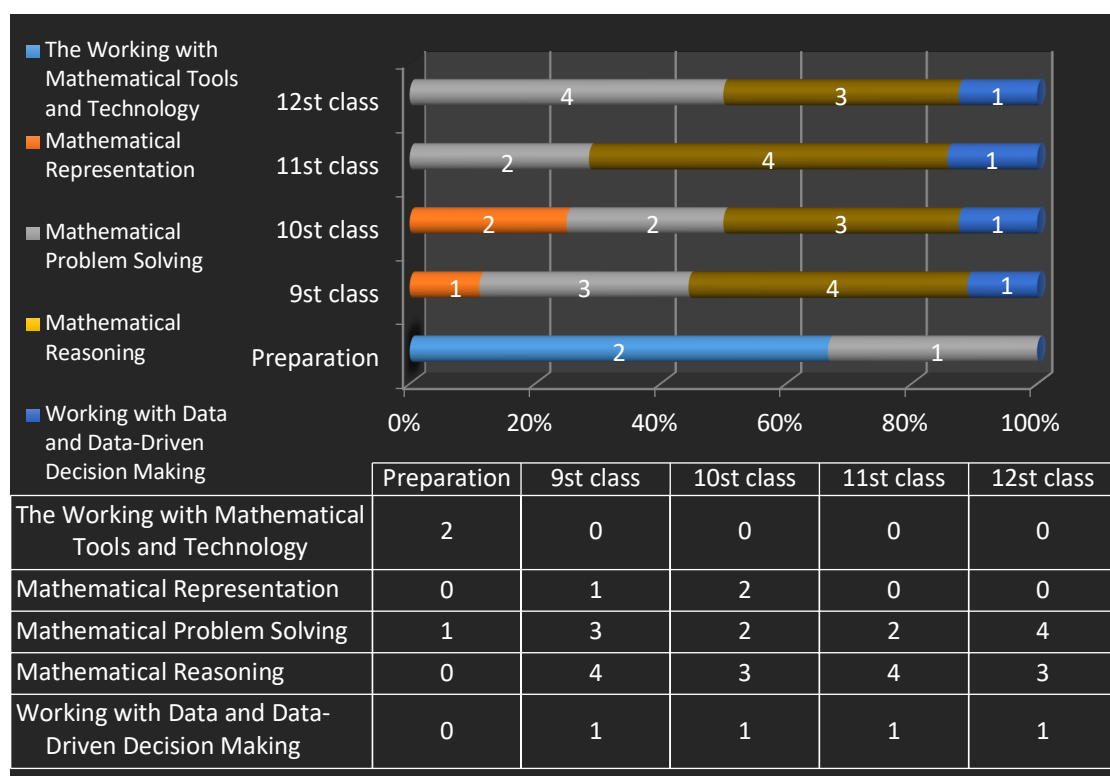
In grade 5, the mathematical problem solving skill stood out with 2 learning outcomes, while the mathematical reasoning skill also drew attention with the same number of outcomes. Working with mathematical tools and technology, mathematical representation, and working with data and data-driven decision making were each addressed in only 1 learning outcome. These results indicate that problem solving and reasoning were more prominently emphasized in this grade, whereas other skills received limited focus. In grade 6, mathematical problem solving reached its highest value with 3 learning outcomes, showing an increase compared to the previous grade. However, mathematical reasoning declined to only 1 learning

outcome, and no increase was observed in working with mathematical tools and technology, mathematical representation, or working with data and data-driven decision making, all of which remained unchanged.

In grade 7, the mathematical problem solving skill showed the greatest development, with 5 learning outcomes. The mathematical reasoning skill maintained its previous level with 2 learning outcomes. In contrast, there was no progress in the working with mathematical tools and technology and working with data and data-driven decision making skills, both of which remained at a low level with only 1 learning outcome each. The mathematical representation skill was not associated with any learning outcomes in this grade. In grade 8, the mathematical problem solving skill declined compared to the previous year, dropping to 2 learning outcomes. The mathematical representation skill was reintroduced in this grade, being addressed in 1 learning outcome. Mathematical reasoning continued with 1 learning outcome, while working with mathematical tools and technology and working with data and data-driven decision making remained consistently limited.

Figure 20.

Distribution of mathematics domain skills in upper secondary education in terms of learning outcomes



In the preparatory grade, the mathematical reasoning skill ($f=2$) and the mathematical problem solving skill ($f=1$) were the most emphasized. The working with mathematical tools and technology skill ($f=2$) was also notably supported in this grade. However, only 1 learning outcome was associated with each of the mathematical representation and working with data and data-driven decision making skills. In grade 9, mathematical problem Solving became the most emphasized skill with 3 learning outcomes. The mathematical reasoning skill showed a significant increase, being addressed in 4 learning outcomes. The mathematical representation skill appeared for the first time with 1 learning outcome, while the working with mathematical tools and technology skill was not included at all in terms of learning outcomes in this grade.

In grade 10, the mathematical problem solving and mathematical reasoning skills were addressed equally, each appearing in 3 learning outcomes. The mathematical representation skill continued its development with 2 learning outcomes. The working with data and data-driven decision making skill remained consistently limited, appearing in only 1 learning outcome. In grade 11, the mathematical reasoning skill once again stood out with 4 learning outcomes, followed by mathematical problem solving with 2 learning outcomes. Neither the mathematical representation skill nor the working with mathematical tools and technology skill was associated with any learning outcomes in this grade. The working with data and data-driven decision making skill remained consistently low, with only 1 learning outcome.

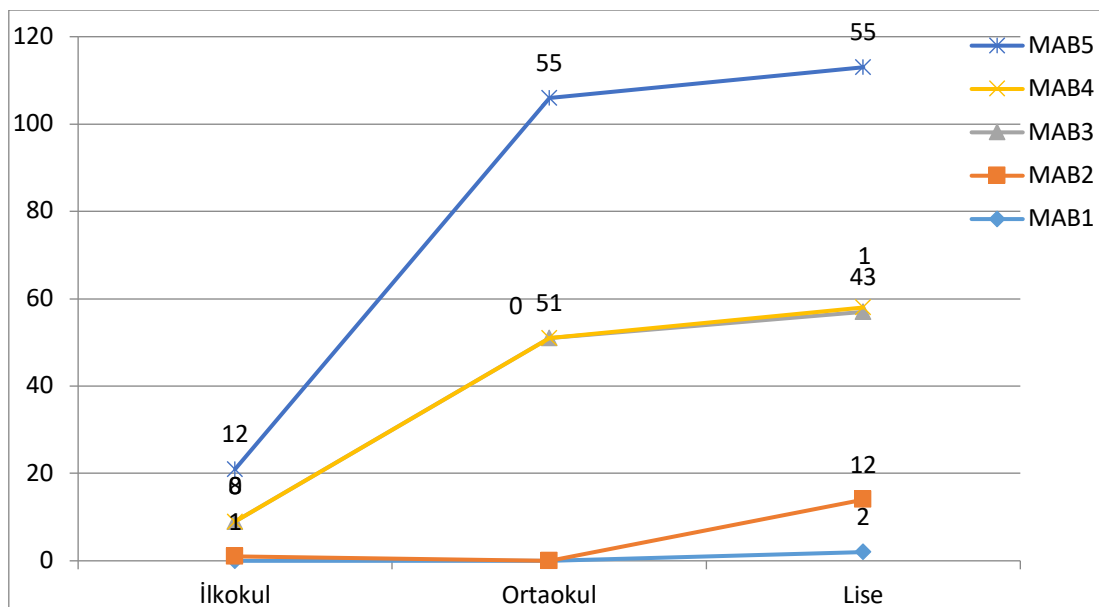
In grade 12, the mathematical problem solving skill reached its peak, being addressed in 4 learning outcomes. The mathematical reasoning skill also stood out with 3 learning outcomes. The mathematical representation skill was reintroduced into the curriculum with 1 learning outcome. The working with mathematical tools and technology skill was not associated with any learning outcomes throughout upper secondary education. Similarly, the working with data and data-driven decision making skill remained consistently limited, with only 1 learning outcome.

3.3. Variation of Mathematics Domain Skills Across Educational Levels

The change in mathematics domain skills across grade levels in terms of inter-skill relationships is presented in Figure 10.

Figure 21.

Progression of mathematics domain skills across grade levels in terms of inter-skill relationships in the mathematics curriculum



An examination of Figure 10 reveals that the mathematical reasoning skill was addressed in only two instances within learning and teaching experiences at the upper secondary level, while no instances of this skill were found at the primary or lower secondary levels. The mathematical problem solving skill, on the other hand, was addressed to a limited extent at the primary level with only one learning outcome, was entirely absent at the lower secondary level, but was most extensively emphasized at the upper secondary level, with 12 learning outcomes.

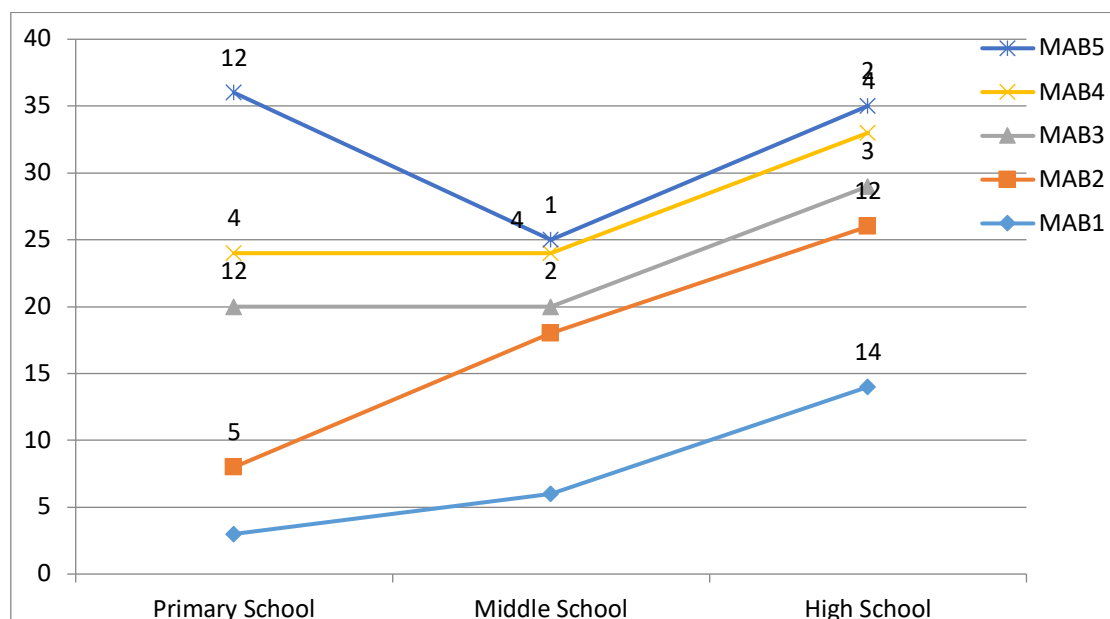
The mathematical representation skill was included at all educational levels, appearing in 8 instances at the primary level, 51 at the lower secondary level, and 43 at the upper

secondary level within teaching and learning experiences. The working with data and data-driven decision making skill was found to be addressed only to a limited extent, as in the primary and lower secondary levels. In contrast, the working with mathematical tools and technology skill was incorporated systematically across all educational stages, with 12 instances at the primary level and 55 instances each at the lower and upper secondary levels.

The change in mathematics domain skills across grade levels in terms of learning outcomes is presented in Figure 11.

Figure 22.

Progression of mathematics domain skills across grade levels in terms of learning outcomes in the mathematics curriculum



According to Figure 11, the working with mathematical tools and technology skill was most frequently addressed at the upper secondary level, standing out with 14 learning outcomes. It was more limited at the lower secondary level with 6 learning outcomes, and at the primary level with only 3. The mathematical representation skill was developed equally at both the upper and lower secondary levels, each with 12 learning outcomes, while it was addressed to a lesser extent at the primary level, with 5 learning outcomes.

The mathematical problem solving skill was the most frequently addressed skill at the primary level, appearing in 12 learning outcomes. However, it was addressed only in 2 learning outcomes at the lower secondary level and in 3 at the upper secondary level. The mathematical reasoning skill was included equally across all three educational levels, each with 4 learning outcomes. The working with data and data-driven decision making skill was most prominent at the primary level with 12 learning outcomes, but was addressed in only 1 outcome at the lower secondary level and in 2 outcomes at the upper secondary level.

3.4. Distribution of Mathematics Domain Skills in Terms of Themes

The distribution of mathematics domain skills across grade levels within the primary, lower secondary, and upper secondary mathematics curricula categorized by different themes for each grade level and the total number of skills identified are presented in Table 1, Table 2, and Table 3.

Table 4.

*Grade-based distribution of mathematics domain skills by themes in the primary school curriculum**

	Themes	MAB1	MAB2	MAB3	MAB4	MAB5	Total
1st Class	Numbers and Quantities			3		2	5
	From Operations to Algebraic Thinking	1					1
	Geometry of Objects						0
	Data-Driven Research			1	1		2
	Total	1	0	4	1	2	8
2st Class	Numbers and Quantities			3		2	5
	From Operations to Algebraic Thinking	1	1			1	3
	Geometry of Objects		1			1	2
	Data-Driven Research			1	1		2
	Total	1	2	4	1	4	12
3st Class	Numbers and Quantities			2		1	3
	From Operations to Algebraic Thinking	1	1				2
	Geometry of Objects					1	1
	Data-Driven Research			1	1		2
	Total	1	1	3	1	2	8
4st Class	Numbers and Quantities		1	2		2	5
	From Operations to Algebraic Thinking		1				1
	Geometry of Objects					3	3
	Olayların Olasılığı Veriye Dayalı Araştırma			2	1	1	4
	Total	0	2	4	1	6	13
General Total		3	5	15	4	14	41

*The data in this table were compiled based on the consideration of mathematics domain skills either within the scope of learning outcomes or in terms of inter-skill relationships as reflected in teaching and learning experiences. MAB1: Mathematical Reasoning, MAB2: Mathematical Problem Solving Skills, MAB3: Mathematical Representation, MAB4: Mathematical Reasoning and Working with Data and Data-Driven Decision Making, MAB5: The Working with Mathematical Tools and Technology

The numbers and quantities theme primarily focuses on the MAB3 and MAB5 skills. In grades 1 and 2, 3 and 2 learning outcomes, respectively, were assigned to these skills. In grade 3, the focus continued with 2 learning outcomes for problem solving and 1 for working with data. In grade 4, within the framework of the numbers and quantities theme, 2 learning outcomes were addressed for MAB3 and another 2 for MAB5. The numbers and quantities theme holds critical importance as it provides a foundation for skills such as MAB3 and MAB5. However, among the other domain skills, only MAB2 was included within this theme and only in grade 4.

The from operations to algebraic thinking theme was supported with one learning outcome per grade level for both MAB1 and MAB2. In grade 2, this theme also included content related to MAB5, with one associated learning outcome. The geometry of objects theme in the primary school mathematics curriculum primarily aimed to develop MAB2 and MAB5 skills. In grade 2, one learning outcome was assigned to each of these skills. In grade 3, the theme focused solely on MAB5, contributing one learning outcome. In grade 4, the focus remained on MAB5, with a total of three learning outcomes addressed.

The data-driven inquiry theme particularly contributes to the development of MAB3 and MAB4 skills. In grades 1, 2, and 3, this theme was addressed with one learning outcome

each for both skills. In grade 4, the theme was associated with two learning outcomes for MAB3 and one for MAB5. Within the scope of this theme, no learning outcomes were assigned to MAB1 or MAB2. When evaluating the distribution of domain skills in terms of themes, it is evident that the primary school mathematics curriculum places significant emphasis on the numbers and quantities and data-driven inquiry themes. In terms of thematic distribution, MAB3 and MAB5 emerge more prominently than the other skills.

Table 5.

Grade-based distribution of mathematics domain skills by themes in the lower secondary curriculum

	Themes	MAB1	MAB2	MAB3	MAB4	MAB5	Total
5st Class	Numbers and Quantities		1	3		2	6
	Algebraic Thinking with Operations	1		1			2
	Geometric Shapes	1		2		1	4
	Geometric Quantities		1	2		1	4
	Statistical Research Process			1	1	3	5
	From Data to Possibility			2			2
	Total	2	2	11	1	7	23
6st Class	Numbers and Quantities	1	1	7		5	14
	Algebraic Thinking and Changes with Operations	1		1			2
	Geometric Shapes		1			1	2
	Geometric Quantities		1	4		3	8
	Statistical Research Process				1	3	4
	From Data to Possibility			1		2	3
	Total	2	3	13	1	14	33
7st Class	Numbers and Quantities	1	2	5		1	9
	Algebraic Thinking and Changes with Operations	1	1	2			4
	Transformation					1	1
	Geometric Quantities		2	4		4	10
	Geometric Shapes					1	1
	Statistical Research Process			1	1	3	5
	From Data to Possibility					3	3
	Total	2	5	12	1	13	33
8st Class	Numbers and Quantities	1		3		2	6
	Algebraic Thinking and Changes with Operations			1		4	5
	Geometric Shapes		1	5		7	13
	Geometric Quantities			1		5	6
	Transformation		1	3		3	7
	Statistical Research Process			1	1	2	4
	From Data to Possibility			1		1	2
	Total	1	2	15	1	24	43
General Total		7	12	51	4	58	132

In the middle school mathematics curricula, it was determined that mathematics domain skills were addressed a total of 132 times. Among grade levels, the highest frequency was observed in grade 8 ($f=43$), while the lowest was in grade 5 ($f=23$). In terms of themes, geometric shapes and geometric quantities stood out in grade 8, with 13 and 6 instances, respectively. The numbers and quantities theme held significant importance across all grade levels and was most intensively utilized in grade 6 ($f=14$). In grade 7, this theme was also

prominently associated with domain skills, whereas In grades 5 and 8, it was comparatively less represented.

The statistical research process theme was most frequently utilized In grades 5 and 7, each with five instances. In grade 5, the highest frequency of domain skill integration was observed within the numbers and quantities theme (f=6). Additionally, the geometric shapes and geometric quantities themes stood out with four instances each. The statistical research process theme was emphasized in five different contexts. In grade 6, the numbers and quantities theme provided the most frequent context for integrating mathematics domain skills (f=14), followed by the geometric quantities theme, which held considerable importance with eight instances. In grade 7, the geometric quantities theme emerged as the most prominent, with ten instances of domain skill application. The numbers and quantities and statistical research process themes also stood out with nine and five occurrences, respectively. In grade 8, the geometric shapes theme represented the most frequent context for mathematics domain skills (f=13). Additionally, the algebraic thinking and patterns and geometric quantities themes played important roles with five and six instances of domain skill application, respectively.

In the context of mathematics domain skills, MAB5 is the most frequently utilized skill (f=58). It is particularly emphasized In grade 8, where it is used extensively (f=24). MAB3 ranks second with 51 instances of use and is also heavily incorporated In grade 8 (f=15). On the other hand, MAB4 is the least used domain skill (f=4), being represented in a very limited manner across all grade levels.

Table 6.

Grade-based distribution of mathematics domain skills by themes in the upper secondary curriculum

	Themes	MAB1	MAB2	MAB3	MAB4	MAB5	Total
Preparation	Quantities and Changes		1	2		1	4
	Logical Inference		1	2			3
	Algorithm and Informatics	1	1	1			3
	Geometric Shapes		1			1	2
	Statistical Research Process						0
	Total	1	4	5	0	2	12
9st Class	Numbers	1	1	1			3
	Quantities and Changes	1	1	3	1	4	10
	Algorithm and Informatics		1	4		1	6
	Geometric Shapes	1	1			1	3
	Parity and Similarity	1	1	1		1	4
	Statistical Research Process			1	1	1	3
	From Data to Possibility			1		2	3
	Total	4	5	11	2	10	32
10st Class	Numbers	1		2		1	4
	Quantities and Changes	1	1	1		5	8
	Counting, Algorithms and Informatics		1	2		5	8
	Geometric Shapes	1	2			4	7
	Analytical Review		1	2		2	5
	Statistical Research Process			1	1	1	3
	From Data to Possibility			3		2	5
	Total	3	5	11	1	20	40

11st Class	Quantities and Changes	3	2	3		14	22
	Geometric Shapes	1	2	2		2	7
	Statistical Research Process			1	1	1	3
	Total	4	4	6	1	17	32
12st Class	Quantities and Changes	1	1	3		3	8
	The Maths of Change	2	4	7		5	18
	Geometric Shapes		1	1		2	4
	Geometrical Objects		1	1		1	3
	Working on Ready Data			1	1	1	3
	Total	3	7	13	1	12	36
General Total		15	25	46	5	61	152

In the high school mathematics curriculum, mathematics domain skills were addressed a total of 152 times ($f=152$). These skills were most frequently incorporated In grade 12 ($f=36$), and least frequently in the preparatory grade level ($f=12$). The theme “quantities and changes” contains the highest number of domain skills across all grade levels ($f=52$).

When examining the distribution by grade level, it is observed that in the preparatory class, the mathematics domain skills are most frequently addressed under the themes “algorithms and informatics” and “quantities and changes” ($f=3$ for each). No mathematics domain skills are included under the “Statistical Research Process” theme at this level.

In grade 9, the “quantities and changes” theme is the most emphasized in terms of mathematics domain skills ($f=10$). The “algorithms and informatics” theme also stands out with six mathematics domain skills. In grade 10, both the “quantities and changes” and “counting, algorithms and informatics” themes include the highest number of mathematics domain skills ($f=8$ each). The “geometric figures” theme also holds significance with seven skills. In grade 11, the “quantities and changes” theme includes the highest number of mathematics domain skills ($f=22$), while the “geometric figures” theme again stands out with seven skills. In grade 12, the “mathematics of change” theme includes the greatest number of mathematics domain skills ($f=18$). The “quantities and changes” theme also plays an important role in terms of mathematics domain skills, with eight skills.

In terms of thematic distribution, the “quantities and changes” theme emerges as the one with the highest number of domain skills across all grade levels. It is particularly prominent In grade 11, where it is most intensely reflected in teaching and learning experiences with a total of 22 domain skills. The “geometric figures” theme is one of the most frequently addressed In grade 10, with 7 mathematics domain skills, and maintains a significant presence in other grade levels as well. The “algorithms and informatics” theme stands out In grades 9 and 10, with 6 and 8 mathematics domain skills addressed, respectively. The theme of the statistical research process is the least emphasized within the context of inter-skill relationships among mathematical domain-specific skills at the high school level. It has been integrated into the learning-teaching experiences of 9th, 10th, and 11th grades with a maximum of only three skills.

As shown in Table 3, MAB5 emerges as the most emphasized domain-specific skill across all grade levels at the high school level ($f=61$). It is particularly evident in 10th grade, where it is utilized most intensively with 20 instances. MAB3 appears as the second most emphasized domain-specific skill ($f=46$), with notable concentration in the 10th and 12th grades. In contrast, MAB4 is the least emphasized domain-specific skill, with only limited representation in the curriculum ($f=5$).

4. Discussion, Conclusion and Recommendations

Within the scope of the study, it was found that there are significant differences in the distribution of mathematics domain skills across educational levels. Specifically, at the primary school level, the skill working with mathematical tools and technology demonstrated more

consistent and stable development compared to other skills, peaking in grade 4. This result suggests that students are frequently exposed to technology-based activities from an early age, making them more familiar with digital tools that support mathematical thinking. The literature supports this finding, indicating that the integration of technological tools into instruction at early ages enhances students' visualization, experimentation, and interactive learning skills (Laborde, 2002; Niess, 2005). Furthermore, the strengthening of this skill can positively influence students' self-regulation, experiential learning, and understanding of multiple representations. However, the same educational stage showed limited emphasis on skills such as mathematical reasoning, problem solving, and working with data and data-driven decision making. This reveals a limited outlook in terms of developing students' critical thinking, reasoning, and data-informed decision-making skills. Yet these skills directly affect not only academic achievement but also students' competence in solving real-life problems (Cai, 2003; Schoenfeld, 1985). Addressing data-related skills at the primary level, and embedding components of data science into teaching and learning practices starting in early grades, can be considered closely aligned with developments in fields such as data mining and learning analytics (Kuzu, Toptaş & Göçer, 2025).

At the lower secondary level, the mathematical problem solving skill showed a notable increase particularly in grade 7; however, this upward trend was not sustained in grade 8. It was also determined that the mathematical reasoning skill was employed with limited frequency at this level. Upon transitioning to upper secondary education, the working with mathematical tools and technology skill once again came to the forefront, while mathematical reasoning, working with data, and data-driven decision making skills remained limited. This suggests that processes related to analytical thinking and data analysis are presented in association with other skills rather than as stand-alone competencies. The sharp rise in mathematical problem solving in grade 7, followed by its decline in grade 8, indicates a lack of continuity in skill development and suggests weak horizontal consistency within the curriculum. The literature emphasizes that continuous development of problem-solving skills plays a critical role in fostering students' higher-order thinking and independent learning habits (NCTM, 2014; Polya, 1945). The decline of this skill in grade 8 may reflect the influence of an exam-oriented educational approach, wherein instructional programs shift focus from cognitive skills to content coverage. At the upper secondary level, while working with mathematical tools and technology once again gains prominence, mathematical reasoning and working with data remain underrepresented. This may limit students' capacity to generate data-driven solutions to real-life problems. Yet, current literature frequently underscores the need to integrate data literacy and mathematical reasoning within the broader framework of 21st-century skills (English, 2016; OECD, 2018). In light of this concern, it can be argued that the curriculum attempts to mitigate such limitations by embedding not only domain-specific skills but also conceptual competencies and cross-curricular components, incorporating intellectual dispositions and literacy skills that are essential to the discipline of mathematics.

The inclusion of mathematical reasoning in the curriculum can be regarded as a significant advancement in the context of mathematics education. Mathematical reasoning not only enables students to gain a deeper understanding of mathematical concepts, but also supports their active engagement in problem-solving processes and the development of mathematical thinking. Moreover, it contributes to the enhancement of students' critical and analytical thinking skills (Lithner, 2008). As can be seen, a domain-specific skill not only facilitates the acquisition of many other skills but also serves as a critical component in curricular design, demonstrating the importance of inter-skill relationships. Yackel and Cobb (1996) emphasized that for teachers to reflect mathematical reasoning skills in learning environments, it is essential to encourage students to develop mathematical arguments and engage in classroom discussions around these arguments. Similarly, the National Council of Teachers of Mathematics (NCTM, 2000) highlighted that this can be achieved by presenting

students with open-ended problems that prompt them to explore various solution paths and explain these paths through logical reasoning.

Mathematical reasoning is defined as the process of making logically sound inferences based on knowledge or assumptions (MoNE, 2024). Recognized as a central aspect of doing mathematics, mathematical reasoning is a prominent skill highlighted in international mathematics curricula (Jensen, 2023). Teachers can incorporate this skill into teaching and learning experiences by using various types of questions to promote critical thinking and by encouraging students to articulate their reasoning processes. In addition, approaches such as problem-based learning can foster the development of multiple skills, including mathematical reasoning (Marsitin & Sesanti, 2023).

The study reveals that, in terms of inter-skill relationships, Working with mathematical tools and technology and mathematical reasoning skills are predominantly emphasized, while in terms of learning outcomes, the Mathematical representation skill receives considerable attention. The role of technology is closely associated with the integration of technological tools into mathematics education and the development of reasoning and representation skills. Technological tools used in mathematics instruction include computer software, interactive whiteboards, tablets, and various mobile applications. These tools help students visualize mathematical processes, conduct data analysis, and solve complex problems. For instance, dynamic geometry software allows students to manipulate geometric shapes and explore their properties (NCTM, 2000). A study by Li and Zulnaidi (2019) found that tools such as Geometer's Sketchpad can facilitate algebraic reasoning among students and enable them to explore mathematical concepts more deeply. Similarly, Jensen and Skott (2022) demonstrated that digital games in mathematics education can foster students' mathematical reasoning by providing immersive environments for exploration and hypothesis-building. Such technological tools can create opportunities for students to engage in reasoning processes in dynamic and interactive ways. Integrating technology into mathematics curricula is of great importance in equipping students with 21st-century skills. In this process, teachers can enhance students' active participation by effectively utilizing technological tools in their lessons. For example, using graphing software instead of pen and paper to plot the graph of a function can help students understand the concept more quickly and retain it more effectively (Baki, 2008).

In the context of visualization and concretization, technological tools allow for the visualization of abstract mathematical concepts, which is particularly beneficial in topics such as geometry and calculus. Visualization helps students better perceive mathematical relationships (NCTM, 2000; Baki, 2008). Within the framework of interactive learning, students actively engage in mathematical processes through interactive tools, enabling them to learn by exploration. This approach supports a deeper understanding of concepts (Hoyles & Lagrange, 2010). In terms of problem-solving skills, the use of technology can assist students in analyzing complex problems and discovering multiple solution strategies. Dynamic mathematics software, in particular, allows students to experiment with different approaches (Baki, 2008). Regarding motivation and increased interest, technological tools enhance students' engagement in lessons and make the learning process more enjoyable. This, in turn, contributes to the development of more positive attitudes toward mathematics (Pierce & Stacey, 2010).

The research revealed that problem-solving skills, despite starting strong at the primary school level, show a marked decline during middle and high school years. This indicates that problem-solving processes are being addressed with an emphasis on supporting students through conceptual and integrated skills. While Kilpatrick, Swafford, and Findell (2001) emphasize the importance of developing mathematical proficiencies in a balanced manner, the NCTM (2014) highlights that, in addition to the effective use of technology in education, mathematical thinking and analytical processes should be central to instruction. In

this context, it can be said that the skills outlined in mathematics curricula are structured through integration under different skill sets.

Mathematical problem solving, which involves students analyzing complex problems, developing solution strategies, and applying these strategies using mathematical concepts and methods, not only enhances individuals' mathematical thinking skills but also prepares them for real-life problems (Schoenfeld, 2013). Furthermore, problem-solving ability increases students' levels of mathematical literacy and equips them to handle future challenges (NCTM, 2014). The integration of mathematical problem solving into educational curricula is a key feature of the education systems in countries that perform well in international assessments such as PISA. For example, countries like China, Singapore, Finland, and Estonia have placed problem-solving at the core of their mathematics curricula to foster mathematical thinking and achieve high performance in such evaluations. In China, mathematics curricula place great emphasis on developing problem-solving skills. Students are frequently presented with open-ended problems and are encouraged to develop diverse solution strategies. Teachers in China guide students through the problem-solving process, offering support and scaffolding (Cai & Jiang, 2017). This theoretical framework aligns with the findings of the present study. The results indicate that mathematical problem solving was the most frequently addressed skill at the primary level, appearing in 12 learning outcomes. However, this skill appeared only in 2 outcomes at the lower secondary level and 3 at the upper secondary level. This suggests that problem solving is largely overlooked during middle school, reducing students' opportunities to develop this critical competency. Yet this skill directly influences both mathematical achievement and overall cognitive development. At the upper secondary level, a different trend was observed. In grade 9, problem solving was the most emphasized skill with 3 learning outcomes; In grade 10, it maintained a presence with 3 outcomes. Although there was a slight decline In grade 11 (2 outcomes), the skill resurged In grade 12 with 4 learning outcomes. These findings suggest that problem solving receives greater attention in high school; however, the development of this skill is not systematic and shows fluctuations across grade levels. Such inconsistency indicates a need for a more holistic and coherent approach to curriculum design in order to ensure students can build this skill progressively. In conclusion, both the literature and the findings of this study underscore the importance of fostering mathematical problem-solving skills in a consistent and structured manner starting from early grades. Ensuring a balanced distribution of this skill across grade levels and educational stages not only supports students' academic achievement but also contributes to the development of critical thinking, systematic reasoning, and analytical capacity. Teachers play a crucial role in this process. Engaging students in collaborative problem-solving activities helps them build communication and teamwork skills, allowing them to approach problems from multiple perspectives (Voigt, 2015). Additionally, presenting students with real-life problems can help them apply mathematical concepts in everyday contexts. This approach enhances problem-solving abilities and increases students' interest in mathematics (Lesh & Zawojewski, 2012).

Ensuring continuity of mathematics domain skills across educational levels is essential. Developing problem-solving skills at an early age enables students to gain a deeper understanding of mathematical concepts (Schoenfeld, 1985). Therefore, problem-solving-when supported by other related skills-should be reinforced and presented in a way that fosters its progression at each educational stage.

Working with data and data-driven decision making skills should be more prominently featured in curricula in line with the demands of the modern era. Strengthening these skills will contribute to students' ability to better understand scenarios involving big data, analysis, and probability-both in everyday life and in their future careers.

The literature emphasizes that mathematical reasoning skills enhance students' problem-solving and critical thinking abilities (Cai, 2003). Therefore, it is recommended that these skills be more extensively incorporated into mathematics curricula.

Teacher education plays a crucial role in improving the quality of mathematics instruction, just as it does in other subject areas (Ball, Thames, & Phelps, 2008). Therefore, teachers should be provided with more extensive training in these areas.

Ethical Committee Approval: This study does not fall within the category of research requiring approval from an ethics committee. Therefore, no ethical approval has been declared.

Peer Review: Externally peer-reviewed.

Author Contributions: The authors contributed equally to the research, authorship, and publication of this article.

Conflict of Interest: The authors declare that there is no potential conflict of interest regarding the research, authorship, or publication of this article.

Financial Support: The authors received no financial support for the research, authorship, or publication of this article.

AI Use Disclosure: The authors did not utilize any artificial intelligence tools in the research, authorship, or publication of this article.

References

- Alifa, K. R., Araiku, J., Yusup, M., & Pratiwi, W. D. (2022). Students mathematical representation ability in solving numeracy problem through problem based learning. *Journal of Medives: Journal of Mathematics Education IKIP Veteran Semarang*, 6(1), 121-134. <https://doi.org/10.31331/medivesveteran.v6i1.1936>
- Apriatni, S., Nindiasari, H., & Khaeroni, K. (2022). Student's mathematic reflective thinking ability through the improve learning model. *Prima Jurnal Pendidikan Matematika*, 6(2), 159-176. <https://doi.org/10.31000/prima.v6i2.5456>
- Awaludin, A. A. R., Selvia, N., & Andrari, F. R. (2021). Mathematical representation of students in solving mathematic problems reviewed from extrovert-introvert personality. *International Journal of Elementary Education*, 5(2), 323-329. <https://doi.org/10.23887/ijee.v5i2.33206>
- Baki, A. (2008). *Kuramdan uygulamaya matematik eğitimi*. Harf Eğitim.
- Ball, D. L., Thames, M. H., & Phelps, G. (2008). Content knowledge for teaching: What makes it special? *Journal of Teacher Education*, 59(5), 389-407. <https://doi.org/10.1177/0022487108324554>
- Bowen, G. A. (2009). Document analysis as a qualitative research method. *Qualitative Research Journal*, 9(2), 27-40. <https://doi.org/10.3316/QRJ0902027>
- Cai, J. (2003). What research tells us about teaching mathematics through problem solving. In F. Lester (Ed.), *Research and issues in teaching mathematics through problem solving*. National Council of Teachers of Mathematics
- Cai, J., & Jiang, C. (2017). An analysis of problem-posing tasks in Chinese and US elementary mathematics textbooks. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(8), 1521-1540.
- Drewniak, D., Krones, T., & Wild, V. (2017). Do attitudes and behavior of health care professionals exacerbate health care disparities among immigrant and ethnic minority groups? an integrative literature review. *International Journal of Nursing Studies*, 70, 89-98. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2017.02.015>
- English, L. D. (2016). STEM education K-12: Perspectives on integration. *International Journal of STEM Education*, 3(3), 1-8. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0036-1>
- Guerra-López, I., & Blake, A.M. (2011). Leadership decision making and the use of data. *Performance Improvement Quarterly*, 24(2), 89-104. <https://doi.org/10.1002/piq.20113>
- Gurat, M. G. (2018). Mathematical problem-solving heuristics among student teachers. *Journal on Efficiency and Responsibility in Education and Science*, 11(3), 53-64. <https://doi.org/10.7160/eriesj.2018.110302>
- Hoyles, C., & Lagrange, J. B. (2010). *Mathematics education and technology-rethinking the terrain: The 17th ICMI study*. Springer.
- Jensen, E. (2023). Enhancing mathematical reasoning in primary school with the strategic board game othello. *European Conference on Games Based Learning*, 17(1), 289-295. <https://doi.org/10.34190/ecgbl.17.1.1524>
- Jensen, E., & Skott, C. (2022). How can the use of digital games in mathematics education promote students' mathematical reasoning? A qualitative systematic review. *Digital Experiences in Mathematics Education*, 8(2), 183-212. <https://doi.org/10.1007/s40751-022-00100-7>

- Karakuş Aktan, E. N, Aslan, C. & Yalçın, A. (2021). Okuma stratejisi eğitiminin matematik dersi problem çözme becerisine etkisi. *Ana Dili Eğitimi Dergisi*, 9(2), 381-394. <https://doi.org/10.16916/aded.851966>
- Kilpatrick, J., Swafford, J., & Findell, B. (2001). *Adding it up: Helping children learn mathematics*. National Academy.
- Kutluca, T., Tum, A., & Mut, A. İ. (2020). Evaluation of enriched learning environment in the context of mathematical reasoning from the perspective of the students and their teacher. *Discourse and Communication for Sustainable Education*, 11(2), 85-105. <https://doi.org/10.2478/dcse-2020-0020>
- Kuzu, O., Göçer, V. ve Akçay, A. O. (2024). Türkiye yüzyılı maarif modeli kapsamında ilkököl matematik dersi öğretim programı'nın incelenmesi. *RumeliDE Dil ve Edebiyat Araştırmaları Dergisi*, 41, 640-667. <https://10.5281/zenodo.13337757>
- Kuzu, O., Toptaş, V. & Göçer, V. (2024). Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli perspektifinde 2018 ve 2024 ilkököl matematik dersi öğretim programlarının karşılaştırılması. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 26(1), 114-140.
- Laborde, C. (2002). Integration of technology in the design of geometry tasks with Cabri-geometry. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 6(3), 283-317. <https://doi.org/10.1023/A:1013309728825>
- Lāma, G., & Andersone, R. (2021). Transversal skills in mathematics curriculums of latvian secondary education: 1940-2020. In *The Proceedings of the International Scientific Conference Rural Environment. Education. Personality (REEP)*, 14, 120-129. <https://doi.org/10.22616/reep.2021.14.013>
- Lesh, R., & Zawojewski, J. S. (2012). Problem solving and modeling. In *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 725-753). NCTM.
- Li, H., & Zulnaidi, H. (2019). Effects of the geometer's sketchpad on algebraic reasoning among junior private high school students. *Journal of Research on Mathematics Instruction*, 1(1), 1-10. <https://doi.org/10.33578/jrmi.v1i1.10>
- Lithner, J. (2008). A research framework for creative and imitative reasoning. *Educational Studies in Mathematics*, 67(3), 255-276.
- Luo, Z., Lo, W., Bian, R., Wong, S., & Li, L. (2019). Advanced quantitative estimation methods for spasticity: a literature review. *Journal of International Medical Research*, 48(3), 1-13. <https://doi.org/10.1177/0300060519888425>
- Mahmud, M. S., & Drus, N. F. M. (2023). The use of oral questioning to improve students' reasoning skills in primary school mathematics learning. *Frontiers in Education*, 8, 1-12. <https://doi.org/10.3389/educ.2023.1126816>
- Marsitin, R., & Sesanti, N. (2023). Developing an electronic module based on mathematical literacy to enhance students' mathematical reasoning. *Jurnal Elemen*, 9(1), 197-210. <https://doi.org/10.29408/jel.v9i1.6915>
- Merriam, S. B. (2009). *Qualitative research: A guide to design and implementation*. Jossey-Bass.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (2016). *Nitel veri analizi*. (S. A. Altun, & A. Ersoy, Çev.) Pegem Akademi.
- Millî Eğitim Bakanlığı (2024). *Türkiye yüzyılı maarif modeli ortaöğretim matematik dersi öğretim programı (Hazırlık, 9, 10, 11 ve 12. Sınıflar)*.

- <https://tymm.meb.gov.tr/upload/program/2024programmalth9101112Onayli.pdf>, 01.01.2025
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2024). *Türkiye yüzyılı maarif modeli öğretim programları ortak metni*. <https://tymm.meb.gov.tr/upload/brosur/2024programortakmetinOnayli.pdf>, 20.09.2024
- Muktamar, A., & Nurnaningsih, A. (2024). The integration of HR analytics and decision making. *Management Studies and Business Journal*, 1(1), 182-189. <https://doi.org/10.62207/aj4nj061>
- NCTM. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. NCTM.
- NCTM. (2014). *Principles to actions: Ensuring mathematical success for all*. Author.
- Niess, M. L. (2005). Preparing teachers to teach science and mathematics with technology: Developing a technology pedagogical content knowledge. *Teaching and Teacher Education*, 21(5), 509-523. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2005.03.006>
- Noer, S. H., & Gunowibowo, P. (2018). Efektivitas problem based learning ditinjau dari kemampuan berpikir kritis dan representasi matematis. *Jurnal Penelitian Dan Pembelajaran Matematika*, 11(2), 17-32. <https://doi.org/10.30870/jppm.v11i2.3751>
- Novotná, J., Eisenmann, P., Příbyl, J., Ondrušová, J., & Břehovský, J. (2014). Problem solving in school mathematics based on heuristic strategies. *Journal on Efficiency and Responsibility in Education and Science*, 7(1), 1-6. <https://doi.org/10.7160/eriesj.2014.070101>
- OECD. (2018). *The future of education and skills: Education 2030*. OECD Publishing. <https://www.oecd.org/education/2030/>
- Özeren, E. & Göçer, V. (2024). Öğretmenlerin matematik öğretimine karşı tutumlarının öğretim programı okuryazarlıkları ve teknolojik pedagojik alan bilgileriyle ilişkisinin incelenmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 21(3), 1141-1163. <https://doi.org/10.33437/ksusbd.1505446>
- Pagiling, S. L., Natsir, I., Palobo, M., & Mayasari, D. (2022). Prospective mathematics teachers' beliefs and representations. *Formatif: Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA*, 12(1), 35-46. <https://doi.org/10.30998/formatif.v12i1.10067>
- Pierce, R., & Stacey, K. (2010). Mapping pedagogical opportunities provided by mathematics analysis software. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 15(1), 1-20.
- Polya, G. (1945). *How to solve it: A new aspect of mathematical method*. Princeton University Press.
- Popham, M., Adams, S., & Hodge, J. (2019). Self-regulated strategy development to teach mathematics problem solving. *Intervention in School and Clinic*, 55(3), 154-161. <https://doi.org/10.1177/1053451219842197>
- Pradana, L. N. (2024). Problem-solving strategy: mathematical problem-solving model within the polya' framework. *6 th International Conference on Education and Social Science Research, KnE Social Sciences*, pages 728-740. <https://doi.org/10.18502/kss.v9i6.15327>
- Prayitno, S., Lu'luilmaknunn, U., Sridana, N., & Subarinah, S. (2021, May). Analyzing the ability of mathematics students as prospective mathematics teachers on multiple mathematical representation. In *2nd Annual Conference on Education and Social Science (ACCESS 2020)* (pp. 309-313). Atlantis. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.210525.096>

- Prior, L. (2003). *Using documents in social research*. Sage.
- Provost, F., & Fawcett, T. (2013). Data science and its relationship to big data and data-driven decision making. *Big Data*, 1(1), 51-59. <https://doi.org/10.1089/big.2013.1508>
- Rofiki, I., & Santia, I. (2018). Describing the phenomena of students' representation in solving ill-posed and well-posed problems. *International Journal on Teaching and Learning Mathematics*, 1(1), 39-50. <https://doi.org/10.18860/ijtlm.v1i1.5713>
- Schoenfeld, A. H. (1985). *Mathematical problem solving*. Academic.
- Schoenfeld, A. H. (2013). Reflections on problem solving theory and practice. *The Mathematics Enthusiast*, 10(1-2), 9-34.
- Setiana, D. S., Wijayanto, Z., & Arcana, I. N. (2019, April). Development of Mathematical Test Instrument to Measure Critical Thinking Ability. In *Proceedings of the 1st International Conference on Science and Technology for an Internet of Things, 20 October 2018, Yogyakarta, Indonesia*. <https://doi.org/10.4108/eai.19-10-2018.2282614>
- Shorfuzzaman, M. (2017). Leveraging cloud based big data analytics in knowledge management for enhanced decision making in organizations. *International Journal of Distributed and Parallel Systems*, 8(1), 1-13. <https://doi.org/10.5121/ijdps.2017.8101>
- Supriadi, N., Putra, F. G., Cahyaningtyas, E., & Imama, K. (2024). Optimizing Mathematical Representation Skills: Unveiling the Synergy between Quantum Teaching and Self-Esteem. *Journal of Philology and Educational Sciences*, 3(1), 34-42. <https://doi.org/10.53898/jpes2024313>
- Syukri, A., Marzal, J., & Muhaimin, M. (2020). Constructivism-based mathematics learning multimedia to improve students' mathematical communication skills. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 3(2), 117-132. <https://doi.org/10.24042/ijisme.v3i2.6201>
- Tambunan, H. (2019). The effectiveness of the problem solving strategy and the scientific approach to students' mathematical capabilities in high order thinking skills. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 14(2), 293-302. <https://doi.org/10.29333/iejme/5715>
- Tang, Y., & Han, L. (2022, December). A review of domestic and overseas research on data literacy education. In *2022 3rd International Conference on Modern Education and Information Management (ICMEIM 2022)* (pp. 774-780). Atlantis. https://doi.org/10.2991/978-94-6463-044-2_97
- Truong, Q. D., & Manh, N. T. (2021). The Importance of Decision Making in Public Organizations. *Journal of Asian Multicultural Research for Social Sciences Study*, 2(1), 16-20. <https://doi.org/10.47616/jamrsss.v2i1.87>
- Voigt, M. (2015). Collaborative problem solving in mathematics: A review of empirical research. *Educational Studies in Mathematics*, 90(2), 143-162.
- Yackel, E., & Cobb, P. (1996). Sociomathematical norms, argumentation, and autonomy in mathematics. *Journal for Research in Mathematics Education*, 27(4), 458-477.
- Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2021). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (12. Baskı). Seçkin.

İletişim/Correspondence

Dr. Veysel GÖÇER
veysel092@gmail.com

Doç. Dr./Assoc. Prof. Okan KUZU
okan.kuzu@ahievran.edu.tr