

FEN VE
MATEMATİK
EĞİTİMİ ALANINDA
ULUSLARARASI
AKADEMİK
ÇALIŞMALAR

Haziran 2024

EDİTÖR

PROF. DR. BÜLENT PEKDAĞ

Genel Yayın Yönetmeni / Editor in Chief • C. Cansın Selin Temana

Kapak & İç Tasarım / Cover & Interior Design • Serüven Yayınevi

Birinci Basım / First Edition • © Haziran 2024

ISBN • 978-625-6319-44-8

© copyright

Bu kitabın yayın hakkı Serüven Yayınevi'ne aittir.

Kaynak gösterilmeden alıntı yapılamaz, izin almadan hiçbir yolla çoğaltılamaz.

The right to publish this book belongs to Serüven Publishing. Citation can not be shown without the source, reproduced in any way without permission.

Serüven Yayınevi / Serüven Publishing

Türkiye Adres / Turkey Address: Kızılay Mah. Fevzi Çakmak 1. Sokak

Ümit Apt No: 22/A Çankaya/ANKARA

Telefon / Phone: 05437675765

web: www.serüvenyayınevi.com

e-mail: serüvenyayınevi@gmail.com

Baskı & Cilt / Printing & Volume

Sertifika / Certificate No: 47083

FEN VE MATEMATİK
EĞİTİMİ ALANINDA
ULUSLARARASI
AKADEMİK ÇALIŞMALAR

Haziran 2024

Editör

PROF. DR. BÜLENT PEKDAĞ

İÇİNDEKİLER

Bölüm 1

SUDOKU, FUTOSHİKİ VE KAKURO BULMACALARININ 8. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN DENKLEMLER VE EŞİTSİZLİKLER KONUSUNDAKİ BAŞARILARINA ETKİSİ

Şenol NAMLI, Gabil ADİLOV 1

Bölüm 2

MATEMATİK ÖĞRETİMİNDE MODELLEME DÖNGÜLERİNİN GELİŞİMİ VE SINGAPUR ÖRNEĞİ

Ali ERASLAN, Neslihan ŞAHİN 19

Bölüm 3

SINIF ÖĞRETMENLİĞİ LİSANS ÖĞRENCİLERİNİN SANAL TERS YÜZ SINIF MODELİNE İLİŞKİN GÖRÜŞLERİ

Dilara AKYAR YAĞDIRAN..... 33

Rabia SARIKAYA..... 33

Bölüm 4

ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN MATEMATİK DERSİNDE KULLANILAN EBA'YA (EĞİTİM BİLİŞİM AĞI) İLİŞKİN ALGILARININ METAFOR ARACILIĞIYLA BELİRLENMESİ

Elif ERTEM AKBAŞ..... 53

Sude YİĞİT..... 53

Bölüm 5

FOSFOR - AZOT SİNERJİK ETKİSİYLE POLYESTER KUMAŞ İÇİN SÜRDÜRÜLEBİLİR GÜÇ TUTUŞUR POLİMERİN, EMÜLSİYON POLİMERİZASYONU YÖNTEMİYLE SENTEZİ VE KARAKTERİZASYONU

Petek BALCI, Halil İbrahim TURGUT,

Özlem YARAR, Dilek KUT, Ali KARA..... 69



Bölüm 1

SUDOKU, FUTOSHIKI VE KAKURO BULMACALARININ 8. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN DENKLEMLER VE EŞİTSİZLİKLER KONUSUNDAKİ BAŞARILARINA ETKİSİ¹

Şenol NAMLI², Gabil ADİLOV³

1 Bu çalışma Şenol NAMLI'nın Prof. Dr. Gabil ADİLOV danışmanlığında hazırladığı "Sudoku, Futoshiki ve Kakuro Bulmacalarının 8. Sınıf Öğrencilerinin Denklem ve Eşitsizlikler Konusundaki Başarılarına Etkisi" isimli yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

2 Arş. Gör. Dr., Yozgat Bozok Üniversitesi, Matematik Eğitimi ABD, <https://orcid.org/0000-0003-1252-4058>

3 Prof. Dr., Akdeniz Üniversitesi, Matematik Eğitimi ABD, ORCID:0000-0003-3012-6176

1. Giriş

Matematik dersine okul öncesinden itibaren tüm eğitim kademelerinde geniş yer verilir (Altun, 1999, 2014). Ancak, bu kadar önem verilmesine rağmen matematik başarısı istenilen düzeyde değildir. Öğrenciler matematikte zorlanmakta ve diğer derslere göre daha düşük başarı göstermektedir. Bu sorunun çözümü için, öğrencilerin matematiği “hissedilir, yararlı ve uğraşmaya değer” görmelerini ve “özenle ve sebat ederek” çalışmalarını sağlayacak öğrenme yöntemleri ve ortamları oluşturulmalıdır.

Öğrencilerin “matematikle uğraşmaktan zevk almak, matematiğin eğlenceli yönünün farkında olmak” gibi duyuşsal özelliklerini geliştirmek önemlidir, çünkü tüm öğrenciler aynı şekilde motive edilemez. Bazıları başarı ile motive olurken, bazıları oyun, bulmaca ve ilginç problemlere ilgi duyabilir (MEB, 2009). Ayrıca, matematik eğitiminin genel amaçlarından biri olan ‘matematiğe yönelik olumlu tutum geliştirme ve özgüven duyma’ hedefine ulaşmak için (MEB, 2013), ve her öğrencinin farklı öğrenme ve motivasyon yöntemleri olduğu için bulmacalar, öğretimde sıkça karşılaşılan bir yöntemdir. Bu amaçlara ulaşmak için; Futoshiki, Sudoku ve Kakuro gibi Japon kökenli sayı yerleştirme oyunları ve bulmacaları etkili olabilir.

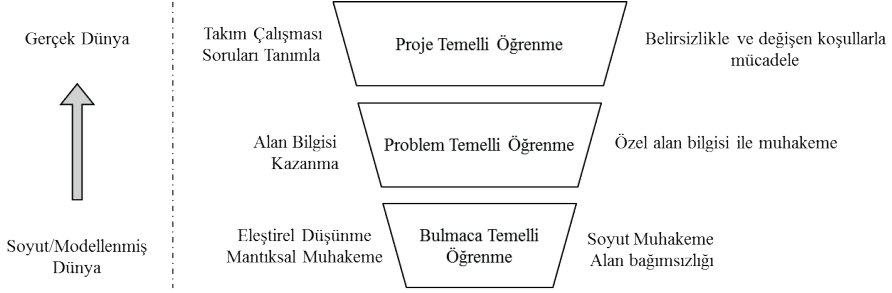
Matematik, insanlık tarihi boyunca önemini korumuş ve öğretimi için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemlerden biri olan bulmacalar, eğlence ve eğitim aracı olarak eski tarihlerden beri kullanılmaktadır. Bulmacaların matematik öğretiminde kullanılması uzun bir geçmişe sahip olsa da sistematik hale gelmesi son yirmi yılda gerçekleşmiştir.

2. Bulmaca Temelli Öğrenme

Meyer, Falkner, Sooriamurthi ve Michalewicz (2014) gerçek yaşamdaki problem çözümü üç yetenek kategorisine göre şöyle sınıflandırmışlardır: birincisi kesin olmayan ve değişen durumların üstesinden gelme, ikincisi özel alan bilgisi ve metotları ile donanma, son olarak üçüncüsü ise eleştirel düşünme ve genel problem çözme stratejilerini uygulama. Burada temel teşkil eden ve en altta yer alan bulmaca temelli öğretim derinlemesine araştırma yapmayı gerektirmeyen, genellikle kısa sürelerde çözüme ulaşılan bir yaklaşımken, yukarılara gidildikçe daha fazla zaman, araştırma, bilgi gerektiren daha detaylı problemlerin çözümü için kullanılan yaklaşımdır. Bu üç yetenek kategorisi Şekil 2.1’de gösterildiği gibi proje temelli, problem temelli ve bulmaca temelli öğrenme olarak karşımıza çıkar.

Bulmaca Temelli Öğrenme, Polya’nın (1945/2004) belirlemiş olduğu problem çözme kurallarını örnekler yardımıyla basit bir şekilde açıklar. Aynı zamanda birçok gerçek hayat problemlerine de uyarlanabilir (Kawash, 2012). Michalewicz ve Michalewicz (2007) öğretim programlarının çoğunda problem çözme yeteneklerinin geliştirilmesinin hep eksik kaldığından bah-

setmektedir. Genellikle gerçek hayat problemlerinden uzak ve iyi yapılandırılmış problemler ile onların kitap sonundaki çözümlerinden oluşan düzen, öğrenciler için, rutin olmayan gerçek hayat problemleriyle karşılaştıklarında, problem çözme yeteneklerini iyi bir şekilde geliştirmedikleri ve kullanamadıkları için büyük zorluklar yaratmaktadır.



Şekil 2.1. Problem Çözmede Yetenek Kategorileri

Bulmacaların çok uzun bir geçmişi olsa da Bulmaca Temelli Öğrenme kavramını ve yaklaşımını ilk kullanan Michalewicz ve Michalewicz'dir (2008). Halen geliştirilmekte olan Bulmaca Temelli Öğrenme 3 ana kural üzerinde oluşmaktadır:

Kural #1. Problemi ve onu tanımlamak için kullanılan bütün temel terimleri ve tüm açıklamaları anladığınızdan emin olun.

Kural #2. Önsözlerinize çok fazla güvenmeyin, somut hesaplamalar her zaman daha güvenilirdir.

Kural #3. Değişkenleri, kısaltmaları ve hedefleri tanımlayarak, problemin bir modelini oluşturduğunuz zaman somut hesaplamalar ve akıl yürütme daha mantıklı olacaktır.

Michalewicz ve Michalewicz'in (2008) aktardığına göre ilk bulmaca örneklerine milattan önce 2500'lü yıllarda Sümer yazıtlarında rastlanılmıştır. Ama bulmaca temelli öğrenme için en iyi kaynak milattan sonra 732 yılında İngiliz eğitimci Alcuin tarafından yayınlanan ve 50'den fazla bulmaca içeren Problems to Sharpen the Young (Gençlerin Zihinlerini Açmak için Problemler) kitabıdır. Üzerinden yaklaşık 13 yüzyıl geçmiş olmasına rağmen bu kitaptaki 'Kurt, Keçi ve Otu karşıya geçirme' bulmacası hala birçok zekâ ve akıl oyunları kitabında kullanılmaktadır. Gardner (1961) bulmacalarla ilgili şöyle demektedir: Bulmaca çözdüğünüzde, muhtemelen, matematiğin beklediğinizden daha haz verici olduğunu keşfedeceksiniz.

Michalewicz ve Michalewicz (2008), Gardner (1961) ve Winkler (2004) eğitici bir bulmacanın aşağıdaki özelliklerin birçoğunu sağlaması gerektiğini söylerler:

- Genellik: Eğitici bulmacalar evrensel problem çözme yöntemlerinden bazılarını açıklamalıdır, genel matematik ilkelerini desteklemelidir.

- Basitlik ve Sadelik: Eğitici bulmacaların açıklaması ve akılda tutması kolay olmalıdır. Bulmacalar genellikle ağızdan ağıza dolaştığı için az kelime ile çok şey anlatmalıdır.

- Evraka Faktörü (Aha! Noktası): Eğitici bulmacalar, öğrenci ya da herhangi bir problem çözeninin önüne engeller koymalıdır, hemen çözüme ulaşılmamalıdır. Başlangıçta bulmaca için tahmin, önsezi ve birkaç deneme-yanılma ile yanlış çözümlere ulaşan öğrenci için, öyle bir an vardır ki –tamam, buldum! – deyip Arşimet’in Evraka anına ulaşım doğru cevaba bulur.

- Eğlence Faktörü: Eğitici bulmacalar, aynı zamanda eğlendirici de olmalıdır. Aksi halde çekiciliklerini çok kısa sürede kaybedebilirler.

- Çözülebilir Olma: Eğitici bir bulmacanın çok üst düzey olmayan, sade ve anlaşılır en az bir tane çözümü olmalıdır.

- Bağımsızlık: Eğitici bulmacalar sadece bir konu özelinde değerlendirilmemelidir. Genellik özelliğinin uzantısı sayılabilecek bu özellik Bulmaca Temelli Öğretimin temel taşlarından birisidir.

Eğitici bulmacaların yukarıdaki tüm özellikleri sağlaması tabii ki de beklenemez, ama en azından birkaç tanesini sağlaması gerekir.

3. Matematik Eğitiminde Bulmacaların Kullanımı ve Önemi

Düzenli olarak bulmacaların kullanıldığı derslerde, öğrencilerin yaratıcı düşünme ve problem çözme becerileri gelişmektedir. Bu strateji, öğrencilerin matematiğe olan ilgisini artırmakta ve onları daha bağımsız öğrenciler haline getirmektedir (Klymchuk, 2017). Öğrenciler arasında bulmacaların kullanımı, öğrencilerin bağımsız öğrenme ve problem çözme becerilerini geliştirirken, matematik öğrenimine olan motivasyonlarını artırmaktadır (Thomas et al., 2013). Bulmacaların sınıf ortamında kullanımı, öğrencilerin matematiksel düşünme becerilerini geliştirmekte ve onları matematiksel problemler üzerinde tartışmaya teşvik etmektedir. Bu, öğrencilerin geniş bir matematiksel arka planla katılımını sağlamak ve matematiksel öğrenmeye olumlu bir yaklaşım kazandırmaktadır (Farnell, 2017). Cha, Kwon ve Lee (2007) bulmaca çözümünde her öğrencinin kendi çözüm stratejisini geliştirerek yaratıcılığını arttırdığını ve öğrencilerin somutlaştırma ve genellemeleri yapmada daha başarılı olduklarını bulmuşlardır. Michalewicz, Falkner ve Sooriamurthi (2011) Adelaide üniversitesi ve Carnegie Mellon üniversitesinde Bulmaca Temelli Öğrenme adı altında bir dönemlik ders açarak öğrencilerin modelleme, optimizasyon, olasılık, istatistik, simülasyon ve strateji geliştirme alanlarındaki akıl yürütme ve problem çözme yeteneklerini araştırmışlardır ve bulmacaların çok büyük bir olumlu etki potansiyeli olduğunu ortaya koymuşlardır.

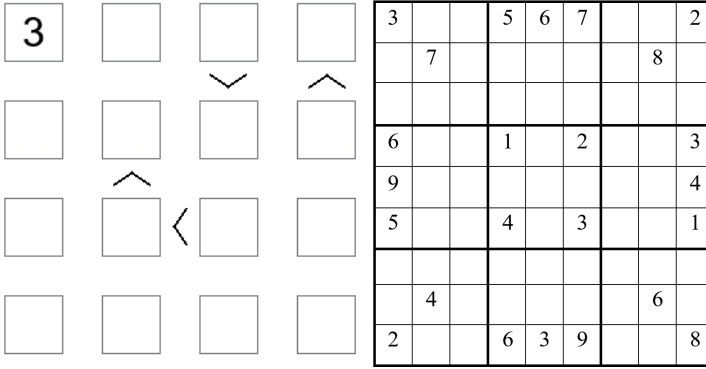
4. Matematik Eğitiminde Okul Dışı Etkinliklerin Kullanımı ve Önemi

Okul dışı etkinlikler, öğrencilerin akademik müfredatın dışında, genellikle eğitici, sosyal ve kültürel faaliyetleri içerir. Bu etkinlikler, öğrencilerin yeteneklerini keşfetmelerine, sosyal becerilerini geliştirmelerine ve akademik başarılarını artırmalarına yardımcı olur (Bartkus vd., 2012). Okul dışı etkinlikler, öğrencilerin bireysel ilgilerine ve ihtiyaçlarına göre şekillenir ve eğitim sürecinin önemli bir tamamlayıcısı olarak kabul edilir (Klyushina & Shalifova, 2019). Bu etkinlikler, öğrencilere akademik başarıların yanı sıra, yaşam boyu sürecek beceriler kazandırır ve onların özgüvenlerini artırır (Eccles et al., 2003).

Okul dışı çalışmalar, öğrencilerin matematiğe olan ilgisini artırmakta ve matematiksel problem çözme becerilerini geliştirmektedir. Bu çalışmalar, öğrencilerin bağımsız olarak bilgi arayışında bulunmalarını teşvik ederek matematiksel kültürlerinin oluşumuna katkıda bulunmaktadır (Pasko & Bondarenko, 2022). Köse'ye (2013) göre, çocuğun gelişiminde, ders dışı etkinlikler, ders içi faaliyetler kadar önemlidir. Bu tür etkinlikler, öğrencilerin formal öğretim süreci içerisinde öğrendiklerini pekiştiren, bu öğrenmelerin yaşamla ilişkili olduğunu gösteren ve kuramsal öğrenmelerin uygulamaya konulmasını sağlayan etkinliklerdir. Çocuklar, ders dışı zamanlarında çok çeşitli oyunlar oynarlar. Bu oyunların öğrenciler için çok çeşitli etkileri ve yararları vardır (Yalçınkaya, 1993). Ayrıca, okul dışı etkinlikler, öğrenci motivasyonunu artırarak, öğrencilerin matematik derslerine olan ilgisini ve katılımını teşvik etmektedir. Bu etkinlikler, öğrenci motivasyonunun farklı seviyelerde olduğu durumlarda bile etkili olmaktadır (Gaşiţoi & Zastinceanu, 2022).

5. Örnek Bir Çalışma

Yazar tarafından gerçekleştirilmiş olan çalışma kapsamında Futoshiki, Sudoku ve Kakuro (bkz. Şekil 5.1.) gibi Japon kökenli sayı yerleştirme bulmacaları genellikle insanların boş zamanlarında eğlenmek için çözdükleri oyunlar olduğundan, bu bulmacalar okul dışı etkinlik olarak verildiğinde matematik başarısına ve tutumuna etkisi incelenmiştir (Michalewicz ve Michalewicz, 2008; Winkler, 2004; MEB, 2013). Bu bağlamda araştırmanın problemi: "Okul dışı etkinlik olarak verilen Sudoku, Futoshiki ve Kakuro bulmacalarının 8. sınıf öğrencilerinin matematik dersi başarılarına etkisi var mıdır?" şeklindedir.



Şekil 5.1. Futoshiki, Sudoku ve Kakuro bulmacaları örnekleri

5.1.Yöntem ve Süreç

Bu örnek çalışmada okul dışı etkinlik olarak verilen Sudoku, Kakuro ve Futoshiki bulmacalarının Matematik başarısına ve matematiğe karşı tutuma etkisi araştırılmıştır. Çalışmada nicel araştırma türlerinden olan deneysel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Fakat örneklem seçimi seçkisiz yapılamadığı için yarı deneysel olarak nitelendirilmiştir (Fraenkel ve Wallen, 2012). “Özellikle, toplum bilimlerinde sık sık yapılmakta olan alan araştırmalarında, bu modellerin (yarı deneysel modellerin), uygulama geçerliliği yüksektir” (Karasar, 2012, s. 99). Araştırmada yarı deneysel yöntemin “ön test-son test-izleme testi eşleştirilmiş kontrol gruplu” modeli kullanılmıştır (Büyükoztürk, Kılıç-Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2013). Bu desende hazır olan iki grup, bir seviye belirleme sınavı sonucuna göre eşleştirilmiş ve eşlerden her biri rastgele kontrol veya deney grubuna yerleştirilmiştir. Burada amaç, seçkisiz atama yapılamamasının eksikliğini olabildiğince azaltmaktır (Fraenkel ve Wallen, 2012).

Araştırmanın simgesel gösterimi Tablo 5.1.1’de gösterilmiştir: ‘D’ deney grubunu, ‘K’ kontrol grubunu göstermektedir. M_R sembolü ise deneklerin eşleştirilmiş ve gruplara seçkisiz atandığını gösterir.

Tablo 5.1.1: Eşleştirilmiş Yarı Deneysel Desenin Simgesel Gösterimi

Grup		Öntest	İşlem	Sontest	İzleme Testi
D	M_R	O_1	X	O_3	O_5
K	M_R	O_2		O_4	O_6

Bu araştırmada hazır bulunan iki 8. sınıf grubuna, 7. sınıf müfredatını kapsayan bir ‘seviye belirleme sınavı’ hazırlanmıştır. Bu seviye belirleme sınavı hazır iki gruba uygulanmış ve başarı sıralarına göre öğrenciler eşleştirilerek, eşlerden her biri seçkisiz olarak deney veya kontrol gruplarına yerleştirilmiştir.

Deney ve kontrol grupları oluşturulduktan sonra 8. sınıf “denklemler ve eşitsizlikler” konusunu içeren bir başarı testi oluşturulmuştur. Oluşturulan bu başarı testi öğrencilere öntest olarak uygulanmıştır. Bu aşamada öğrencilere ayrıca bir ‘Matematik Tutum Ölçeği’ de uygulanmıştır.

Öntestin ve tutum ölçeğinin sonuçları analiz edilerek uygulamaya geçilmiştir. Uygulama aşamasında iki gruba da aynı konu, aynı öğretmen tarafından, aynı şekilde anlatılmıştır. Fakat Sudoku, Kakuro ve Futoshiki bulmacalarından birer tane içeren çalışma kâğıtları okul dışı etkinlik olarak sadece deney grubundaki öğrencilere her gün verilmiştir. Çalışma öncesinde deney grubunda yer alan öğrencilere, bulmacalarının nasıl çözüldüğü ile ilgili kısa bir sunum yapılmış, her bulmaca türünden birer tane örnek çözüm yapılmış ve özet anlatımları içeren bir kitapçık verilmiştir. Çalışmaya başladıktan sonra kontrol grubundaki öğrencilere hiçbir ekstra iş veya işlem yapılmadan ‘denklemler ve eşitsizlikler’ konuları normal ders olarak anlatılmıştır. Deney grubundaki Öğrenciler günlük çözdükten sonra kâğıtlar öğrencilerden geri toplanıp kontrol yapıp, yanlışlar ve öneriler kâğıdın üzerine yazıldıktan sonra öğrencilere bir sonraki gün yeni çalışma kâğıdı ile birlikte verilip, düzeltilmesi istenmiştir, bu şekilde her bir öğrenci çalışmalarını sürdürmüşlerdir. Konuya ait zaman dilimi 25 gün olduğu için, 25 günlük süreç sonunda, işlem öncesinde uygulanan öntest, tüm öğrencilere sontest olarak tekrar sunulmuştur. Bu aşamada daha önce uygulanan ‘matematik tutum ölçeği’ de tekrar uygulanmıştır.

6 haftalık bir süreç sonrasında ise öntest ve sontest olarak uygulanan başarı testi, bu sefer kalıcılık düzeyini belirlemek için izleme testi olarak uygulanmış ve ayrıca tekrar matematik tutum ölçeği öğrencilere uygulanmıştır.

Araştırmanın örnekleme dair betimsel bilgiler Tablo 5.1.2.’de özet olarak sunulmuştur. Çalışmada yer alan öğrenciler 34 8. sınıf öğrencisidir. Bu okuldaki öğrenciler taşınmalı eğitim öğrencileridir. Çok çeşitli sosyo-kültürel seviyelerden oluşan bir okuldur.

Tablo 5.1.2: Çalışma Grubunda Bulunan Katılımcı Sayısı ve Cinsiyete Göre Dağılımı

Grup	Kız Öğrenci Sayısı	Erkek Öğrenci Sayısı	Toplam
Deney Grubu	11 (% 32,4)	6 (% 17,6)	17 (% 50)
Kontrol Grubu	10 (% 29,4)	7 (% 20,6)	17 (% 50)
Toplam	21 (% 61,8)	13 (% 38,2)	34 (% 100)

5.2. Veri Toplama Araçları

Örnek çalışmaya katılan 34 8. sınıf öğrencisine uygulanan Seviye Belirleme Sınavı oluşturulurken 7. sınıf müfredatı incelenmiş, ders kitapları, çeşitli sınavlara hazırlık kitaplarından yararlanarak ve araştırmacı ile başka uzmanların görüşlerine dayanılarak 25 adet çoktan seçmeli bir pilot çalışma hazırlanmıştır. Bu pilot çalışma başka bir okulda öğrenim gören yaklaşık 60 8. sınıf öğrencisine uygulanmış ve sonuçlar analiz edildiğinde madde güçlük ve ayırt edicilik indeks değerleri çok düşük olan veriler testten çıkarılarak 20 soruluk Seviye Belirleme Sınavının nihai hali verilmiştir.

Çalışmada kullanılan Başarı Testinin oluşturulmasında da benzer bir yol izlenmiştir. 8. sınıf müfredatında yer alan “denklemler ve eşitsizlikler” konuları ile ilgili kazanımları kapsayan 30 soruluk bir pilot çalışma hazırlanmıştır. Bu pilot çalışma, bu konuları daha önce görmüş olan yaklaşık 100 9. sınıf öğrencisine uygulanmış, veri analizi yapıldıktan sonra hem tekrar uzman görüşü alınarak hem de geçerlilik ve güvenilirliği etkileyen ve amaca uygun çalışmayan maddeler testten çıkartılarak 20 soruluk Başarı Testi araştırmacı tarafından geliştirilmiştir. Başarı Testinin ölçümlerine ait Cronbach Alpha katsayısı $\alpha = 0,863$ olarak çıkmıştır.

Araştırmada kullanılan bir diğer veri toplama aracı olan “Matematik Tutum Ölçeği” ise Önal (2013) tarafından geliştirilmiş ve bu ölçeğin iç tutarlılığını saptamak için hesaplanan Cronbach Alpha katsayısı yazar tarafından 0.90 olarak belirtilmiştir. ‘İlgi’, ‘kaygı’, ‘çalışma’ ve ‘gereklilik’ olmak üzere 4 faktör içeren ölçekte toplam 21 soru yer almaktadır.

5.3. Bulgular

Okul dışı etkinlik olarak verilen Sudoku, Futoshiki ve Kakuro bulmacalarının 8. Sınıf öğrencilerinin matematik dersi başarılarına etkisi olup olmadığının araştırıldığı bu çalışmada verilerin analizi için SPSS 23 paket programı kullanılmıştır.

5.3.1

Deney ve kontrol grubu için tüm testlerde normal dağılım ve varyans homojenliği sağlandığı için parametrik testlerden t-testi ile gruplar arasındaki manidar farklılık araştırılmıştır.

Deney grubu öğrencilerin öntest ve sontest puanları ile kontrol grubu öğrencilerin öntest ve sontest puanları incelendiğinde çıkan sonuçlar Tablo 5.3.1.1. ve Tablo 5.3.1.2.'de gösterilmiştir;

Tablo 5.3.1.1. Deney Grubu Öğrencilerinin Öntest-Sontest karşılaştırması için t-Testi Sonuçları

Grup	Sınav	N	\bar{X}	S	sd	t	p
Deney	Öntest	17	9,41	2,20	16	3,96	0,001
	Sontest	17	12,00	3,10			

Normal ders anlatımına ek olarak okul dışı etkililik biçiminde Futoshi-ki, Sudoku ve Kakuro bulmacaları çözdürülen deney grubu öğrencileri için matematik başarısını ölçmeye yönelik yapılan öntest ve sontest puanları arasında manidar bir fark vardır, $t(16) = 3,96$, $p = 0,001$. Deney grubunun sontest puan ortalaması ($\bar{X} = 12,00$), öntest puan ortalamasına ($\bar{X} = 9,41$) göre daha yüksektir.

Tablo 5.3.1.2. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Öntest-Sontest karşılaştırması için t-Testi Sonuçları

Grup	Sınav	N	\bar{X}	S	sd	t	p
Kontrol	Öntest	17	8,76	3,01	16	7,78	0,000
	Sontest	17	14,00	3,75			

Aynı öğretmen tarafından aynı şekilde ders anlatılan ama bulmacalardan çözdürülmeyen kontrol grubu öğrencileri için matematik başarısını ölçmeye yönelik yapılan öntest ve sontest puanları arasında anlamlı bir fark vardır, $t(16) = 7,78$, $p = 0,000$. Kontrol grubunun sontest puan ortalaması ($\bar{X} = 14,00$), öntest puan ortalamasına ($\bar{X} = 8,76$) göre daha yüksektir. Hem deney grubunun hem de kontrol grubunun normal ders anlatımı sürecinin sonunda denklemler ve eşitsizlikler konusunda daha fazla bilgi edinmiş oldukları için bu bulgular doğal bir sonuçtur.

Deney ve kontrol grubunun öntest sonuçları ile deney ve kontrol grubunun sontest sonuçları incelendiğinde çıkan sonuçlar aşağıdaki Tablo 5.3.1.3. ve Tablo 5.3.1.4.'de yer almaktadır;

Tablo 5.3.1.3. Öntestin, Kontrol ve Deney Grupları karşılaştırması için t-Testi Sonuçları

Sınav	Grup	N	\bar{X}	S	sd	t	p
Öntest	Deney	17	9,41	2,20	32	0,714	0,480
	Kontrol	17	8,76	3,01			

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin öntest sonuçları manidar bir farklılık göstermemektedir, $t(32) = 0,714$, $p = 0,480$. Deney grubundaki öğrencilerin öntest ortalaması ($\bar{X} = 9,41$), kontrol grubundaki öğrencilerin ortalamasından ($\bar{X} = 8,76$) daha yüksek olsa da aradaki fark anlamlı değildir. İki grubun öntest sonuçlarında manidar bir fark çıkmamasından dolayı, başlangıçta iki grubun özdeş olduğu söylenebilir.

Tablo 5.3.1.4. Sontestin, Kontrol ve Deney Grupları karşılaştırması için t-Testi Sonuçları

Sınav	Grup	N	\bar{X}	S	sd	t	p
Sontest	Deney	17	12,00	3,10	32	1,692	0,100
	Kontrol	17	14,00	3,75			

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin sontest sonuçları manidar bir farklılık göstermemektedir, $t(32) = 1,692$, $p = 0,100$. Deney grubundaki öğrencilerin sontest ortalaması ($\bar{X} = 12,00$), kontrol grubundaki öğrencilerin ortalamasından ($\bar{X} = 14,00$) daha az olsa da aradaki fark anlamlı değildir.

Her iki grupta hem öntest hem de sontest puanları arasında manidar bir fark olmaması bulgusu normal anlatımı destekleyici olarak verilen okul dışı etkinlik şeklinde sunulan Futoshiki, Kakuro ve Sudoku bulmacalarının matematik başarısına etki yapmadığı şeklinde de yorumlanabilir.

5.3.2.

Deney ve kontrol grubu için tüm testlerde normal dağılım ve varyans homojenliği sağlandığı için parametrik testlerden t-testi ile gruplar arasındaki manidar farklılık araştırılmıştır.

Çalışmanın hemen sonrasında uygulanan Sontest ile çalışma bittikten 6 hafta sonra uygulanan İzleme Testinin karşılaştırmasına ait sonuçlar Tablo 5.3.2.1.'de verilmiştir:

Tablo 5.3.2.1: İzleme Testi Sonuçlarının Kontrol ve Deney Grubuna göre Karşılaştırılması için t-Testi sonuçları

Grup	Sınav	N	\bar{X}	S	sd	t	p
Deney	Sontest	17	12,00	3,10	16	0,471	0,644
	İzleme Testi	17	12,41	4,50			
Kontrol	Sontest	17	14,00	3,75	16	0,677	0,508
	İzleme Testi	17	13,64	4,35			

Deney grubu için sontest puanları ile izleme testi puanları arasında anlamlı bir fark yoktur, $t(16) = 0,471$, $p = 0,644$. İzleme testi puanlarının ortalaması ($\bar{X} = 12,41$) sontest puanlarının ortalamasından ($\bar{X} = 12,00$) daha fazla olsa da, fark manidar olmadığı için okul dışı etkinlik olarak ders anlatmaya ek bulmaca çözdürülmesi öğrenmenin kalıcılığını etkilememektedir şeklinde yorum yapılabilir. Kontrol grubu için sontest puanları ile izleme testi puanları arasında anlamlı bir fark yoktur, $t(16) = 0,677$, $p = 0,508$. İzleme testi puanlarının ortalaması ($\bar{X} = 14,00$) sontest puanlarının ortalamasından ($\bar{X} = 13,64$) daha fazla olsa da, fark manidar olmadığı için bulmaca çözdürülmesi öğrenmenin kalıcılığını etkilememektedir şeklinde yorum yapılabilir. Kontrol grubunun izleme testi puanları sonteste göre azalmış, buna karşılık deney grubunun izleme testi puanları sonteste göre artmış olsa da aradaki farkların manidar olmamasından dolayı bulmaca çözenin, öğrenmenin kalıcılığına bir etkisi yoktur.

Kontrol ve deney grubunun İzleme Testi analiz sonuçları aşağıdaki Tablo 5.3.2.2.'de sunulmuştur:

Tablo 4.28: Kontrol ve Deney Grubunun İzleme Testi Analizine Ait t-Testi Sonuçları

Sınav	Grup	N	\bar{X}	S	sd	t	p
İzleme Testi	Deney	17	12,41	4,50	32	0,813	0,422
	Kontrol	17	13,64	4,35			

Deney ve kontrol grubunun izleme testi puanları manidar bir şekilde farklılaşmamaktadır, $t(32) = 0,813$, $p = 0,422$. Kontrol grubunun izleme testi ortalaması ($\bar{X} = 13,64$), deney grubunun izleme testi puanından ($\bar{X} = 12,41$) büyük olsa da aradaki fark anlamlı olmadığı için kalıcılık açısından bir fark yoktur. Bu bulgu şu şekilde yorumlanabilir: Normal anlatımı destekleyici olarak okul dışı etkinlik biçiminde Futoshiki, Sudoku ve Kakuro bulmacaları çözülmesi, öğrenmenin kalıcılığını etkilememektedir.

5.3.3.

Deney ve kontrol grubu için tüm testlerde normal dağılım ve varyans homojenliği sağlandığı için parametrik testlerden t-testi ile matematiğe yönelik tutum yönünden gruplar arasındaki manidar farklılık araştırılmıştır.

Çalışma öncesinde 1. uygulaması yapılan ve çalışma sonrasında ise 2. ve 3. kez uygulanan matematik tutum ölçeğine ait verilerin analiz sonuçları aşağıdaki Tablo 5.3.3.1.'de yer almaktadır:

Tablo 5.3.3.1. Matematik Tutum Ölçeğinin Deney ve Kontrol Grubu Karşılaştırması İçin t-Testi Sonuçları

Uygulama	Grup	N	\bar{X}	S	sd	t	p
1. Uygulama	Deney	17	77,88	12,84	32	1,094	0,282
	Kontrol	17	82,05	9,07			
2. Uygulama	Deney	17	76,76	14,14	32	0,191	0,850
	Kontrol	17	77,58	10,74			
3. Uygulama	Deney	17	77,88	13,01	32	0,457	0,651
	Kontrol	17	75,88	12,47			

Çalışmaya başlamadan önce yapılan başarı testinin öntest ile birlikte uygulanan, matematik tutum ölçeğinin ilk uygulamasında kontrol ve deney grubu öğrencilerin puanları arasında manidar bir fark yoktur. $t(32) = 1,094$, $p = 0,282$. Her ne kadar kontrol grubunun ilk uygulama tutum puanı ($\bar{X} = 82,05$), deney grubunun ortalama tutum puanından ($\bar{X} = 77,88$) yüksek olsa da aradaki fark anlamlı olmadığı için çalışmaya başlamadan önce her iki grubun matematiğe karşı tutum konusunda özdeş olduğu söylenebilir. Normal ders anlatımına ek olarak Futoshiki, Sudoku ve Kakuro bulmacaları çözdürülen deney grubu öğrencilerine ve sadece normal ders anlatımı yapılan kontrol grubu öğrencilerine çalışmadan sonra ikinci kez uygulanan tutum ölçeği puanları için gruplar arası fark manidar değildir, $t(32) = 0,191$, $p = 0,850$. Deney grubu öğrencilerin ikinci uygulamada tutum puanları ortalaması ($\bar{X} = 76,76$), kontrol grubu ortalamasından ($\bar{X} = 77,58$) az olsa da fark manidar olmadığı için iki grubun özdeşliği matematiğe karşı tutum konusunda bozulmamıştır. Bu bulgu şu şekilde de yorumlanabilir; öğrencilere normal ders anlatımına ek olarak bulmaca çözdürülmesi matematiğe karşı tutumu, bulmaca çözdürülmemesi ile aynı etkilemiştir. İzleme testinden sonra üçüncü kez uygulanan tutum ölçeği puanları deney ve kontrol grubu için anlamlı şekilde farklılaşmamıştır, $t(32) = 0,457$, $p = 0,651$. Deney grubu için 3. uygulamanın ortalaması ($\bar{X} = 77,88$), kontrol grubunun 3. uygulama ortalamasından ($\bar{X} = 75,88$) yüksek çıkmış olsa da fark manidar olmadığı için grupların özdeşliği devam etmiştir. Normal anlatıma ek olarak bulmaca çözdürülmesinin matematik tutumunun değişmesinin kalıcılığına etkisi, bulmaca çözdürülmemesi

ile aynıdır şeklinde yorum yapılabilir.

Grupların kendi içinde Matematik Tutum Ölçeği puanları incelendiğinde deney grubu için çıkan sonuçlar aşağıda Tablo 5.3.3.2.'de verilmiştir:

Tablo 5.3.3.2. Deney Grubunun, Matematik Tutum Ölçeği Puanlarının Karşılaştırılması için t-Testi Sonuçları

Grup	Sınav	N	\bar{X}	S	sd	t	p
Deney	1. Uygulama	17	77,88	12,84	16	0,382	0,708
	2. Uygulama	17	76,76	14,14			
	2. Uygulama	17	76,76	14,14	16	0,347	0,733
	3. Uygulama	17	77,88	13,01			
	1. Uygulama	17	77,88	12,84	16	0,000	1,000
	3. Uygulama	17	77,88	13,01			

Deney grubu için çalışma öncesi yapılan 1. uygulama ile çalışma sonrası yapılan 2. uygulama puanları karşılaştırıldığında manidar bir fark çıkmamıştır, $t(16) = 0,382$, $p = 0,708$. İlk uygulamanın ortalaması ($\bar{X} = 77,88$), ikinci uygulamanın ortalamasından ($\bar{X} = 76,76$) yüksek çıkmış olmasına rağmen aradaki fark anlamlı olmadığı için normal ders anlatıma ek olarak bulmaca çözdürülmesi matematiğe karşı tutumu etkilememiştir. Çalışmadan hemen sonra yapılan 2. uygulama ile 6 hafta sonra yapılan 3. uygulama puanları karşılaştırıldığında aralarında manidar bir fark oluşmamıştır, $t(16) = 0,347$, $p = 0,733$. İkinci uygulamanın ortalaması ($\bar{X} = 76,76$), üçüncü uygulamanın ortalamasından ($\bar{X} = 77,88$) küçük çıkmış olmasına rağmen aradaki fark anlamlı olmadığı için normal ders anlatıma ek olarak bulmaca çözdürülmesi çalışma sonrasındaki süreçte matematiğe karşı tutumun kalıcılığını etkilememiştir. Çalışmadan önce yapılan ilk uygulama ile çalışmandan 6 hafta sonra yapılan son uygulamanın puanları arasında anlamlı bir fark yoktur. $t(16) = 0,000$, $p = 1,000$. İlk uygulama ile son uygulama puanları eşit ($\bar{X} = 77,88$) çıktığından dolayı deney grubunun tutum puanlarında her hangi bir değişiklik olmamıştır. Bu bulguya göre şu yorum yapılabilir; okul dışı etkinlik olarak bulmaca çözdürülmesi matematiğe karşı tutumu etkilememiştir. Yukarıda verilen ve 3 uygulamanın 2şerli gruplar halinde değerlendirilmesini içeren bulgulara göre şu yorum yapılabilir: Bulmaca çözdürülerek öğrencilerin matematiğe karşı tutumunda ve tutumun kalıcılığında bir değişme olmamıştır.

Grupların kendi içinde Matematik Tutum Ölçeği puanları incelendiğinde kontrol grubu için çıkan sonuçlar aşağıda Tablo 5.3.3.3.'de verilmiştir:

Tablo 5.3.3.3 Kontrol Grubunun, Matematik Tutum Ölçeği Puanlarının Karşılaştırılması için t-Testi

Grup	Sınav	N	\bar{X}	S	sd	t	p
Kontrol	1. Uygulama	17	82,05	9,07	16	2,502	0,024
	2. Uygulama	17	77,58	10,74			
	2. Uygulama	17	77,58	10,74	16	0,844	0,411
	3. Uygulama	17	75,88	12,47			
	1. Uygulama	17	82,05	9,07	16	2,784	0,013
	3.Uygulama	17	75,88	12,47			

Kontrol grubu için çalışma öncesi yapılan 1. uygulama ile çalışma sonrası yapılan 2. uygulama puanları arasındaki fark manidardır, $t(16) = 2,502$, $p = 0,024$. İlk uygulamanın ortalaması ($\bar{X} = 82,05$), ikinci uygulamanın ortalamasından ($\bar{X} = 77,58$) yüksek çıkmış ve aradaki fark manidardır. Bu durumda bulmaca çözdürülmeden sadece normal ders işlenen kontrol grubu öğrencilerinde matematiğe karşı tutumda düşüş yaşanmıştır. Çalışmadan hemen sonra yapılan 2. uygulama ile 6 hafta sonra yapılan 3. uygulama puanları karşılaştırıldığında aralarında manidar bir fark oluşmamıştır, $t(16) = 0,844$, $p = 0,411$. İkinci uygulamanın ortalaması ($\bar{X} = 77,58$), üçüncü uygulamanın ortalamasından ($\bar{X} = 75,88$) büyük çıkmış olmasına rağmen aradaki fark anlamlı olmadığı için sadece normal ders anlatımı yapılıp ek olarak bulmaca çözdürülmemesi çalışma sonrasındaki süreçte matematiğe karşı tutumun kalıcılığını etkilememiştir. Çalışmadan önce yapılan ilk uygulama ile çalışmandan 6 hafta sonra yapılan son uygulamanın puanları arasında anlamlı bir fark vardır. $t(16) = 2,784$, $p = 0,013$. İlk uygulamada çıkan tutum puanları ($\bar{X} = 82,05$), son uygulama çıkan tutum puanlarından ($\bar{X} = 75,88$) yüksek çıkmıştır. Bu bulguya göre şu yorum yapılabilir; okul dışı etkinlik olarak bulmaca çözdürülmeden sadece normal ders anlatımı yapılan kontrol grubu öğrencilerinde çalışmadan sonra matematiğe karşı tutumda kalıcı bir düşüş olmuştur. Yukarıda verilen ve 3 uygulamanın 2şerli gruplar halinde değerlendirilmesini içeren bulgulara göre şu yorum yapılabilir: Bulmaca çözdürülmeyen öğrencilerin matematiğe karşı tutumunda ve tutumun kalıcılığında bir azalma olmuştur.

Bu bulgulardan hareketle şu yorum yapılabilir; bir diğer ifade ile okul dışı etkinlik olarak Futoshiki, Kakuro ve Sudoku bulmacaları, normal anlatıma ek olarak verildiğinde matematiğe karşı tutumu etkilememektedir.

5.4. Tartışma ve Sonuç

Bu örnek çalışmada sayı yerleştirme tarzı bulmacalardan olan Sudoku, Futoshiki ve Kakuro bulmacalarının okul dışı etkinlik olarak verildiğinde 8.

sınıf Denklem ve Eşitsizlik konularındaki akademik başarıya ve matematiğe karşı tutuma etkisi araştırılmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlar şu şekilde özetlenebilir:

1. Sayı yerleştirme tarzı bulmacalardan olan Sudoku, Futoshiki ve Kakuro bulmacalarının okul dışı etkinlik olarak verildiğinde 8. sınıf Denklem ve Eşitsizlik konularındaki akademik başarıya etkisi olmadığı bulunmuştur. Bu sonuç akademik başarıyı azalttığı veya olumsuz etkilediği şeklinde algılanmamalıdır.

2. Okul dışı etkinlik olarak verilen Sudoku, Futoshiki ve Kakuro Bulmacaları 8. sınıf Denklem ve Eşitsizlik konularındaki akademik başarının kalıcılığına etki etmediği sonucu bulunmuştur. Bu sonuç kalıcılığı azalttığı veya olumsuz etkilediği şeklinde algılanmamalıdır.

3. Sayı yerleştirme tarzı bulmacalardan olan Sudoku, Futoshiki ve Kakuro bulmacalarının okul dışı etkinlik olarak verildiğinde matematiğe karşı tutuma etkisi olmadığı sonucuna varılmıştır.

Bu sonuçlar doğrultusunda; Sudoku, Futoshiki ve Kakuro bulmacalarının, akademik başarı üzerinde etkisinin olmaması alanyazında yer alan daha önceki çalışmalarla örtüşmemektedir. Örneğin, Songur (2006) Harfli İfadeler ve Denklemler konusunda Oyun ve Bulmacalarla Öğretim yönteminin geleneksel öğretim yönteminden daha başarılı olduğu sonucuna ulaşmıştır. Michalewicz, Falkner ve Sooriamurthi (2011) bulmaca temelli öğrenmenin öğrencilerin akıl yürütme ve problem çözme yeteneklerinde artış sağladığını bulmuşlardır. Aslan (2012) ve Aydemir (2012) bulmacaların akademik başarıyı arttırdığını sonucunu elde etmişlerdir. Fakat daha önceki çalışmalar hep bir öğretim yöntemi olarak sunulmuştur. Bu çalışmanın önceki çalışmalarla örtüşmemesinin başlıca sebebi başlı başına bir öğretim yöntemi olmayıp, sadece normal öğretimi destekleyici bir yöntem olmasıdır çünkü Köse (2013) ve Binbaşıoğlu (2000) okul dışı etkinliklerin formal öğretim yerine kullanılmayacağını sadece tamamlayıcı nitelikte olduğunu belirtmiştir.

Akademik başarının artmamasındaki bir diğer sebep de, seçilen bulmacaların akademik başarıyı arttırmak için uygun bulmacalar olmamasıdır. Bu bulmacaların Denklemler ve Eşitsizlikler konusuna etki yapacağı düşünülen bulmaca türleridir. Bu şekilde düşülmesindeki sebep; Sudoku bulmacasının tahminden çok akıl yürütme, Kakuro bulmacasının denklemleri ve Futoshiki bulmacasının ise eşitsizlik içermesidir (Lynce ve Ouaknine, 2006). Akkan, Baki ve Çakıroğlu (2012) ve Gürbüz ve Akkan (2010) yaptıkları çalışmada aritmetikten cebire geçişin çok kolay olmadığını, 8. sınıf düzeyindeki öğrencilerin bile çoğunlukla aritmetik işlemlerle denklem çözümü yaptıklarını ortaya koymuşlardır, bu sebeple denklem ve eşitsizlik çözme becerileri çok kolay değişen ve gelişen bir yetenek değildir.

“Kişi, etrafındaki değişikliği izler, bu değişimlerden yeni bilgiler elde eder, elde ettiği bilgi ve oluşturduğu inanç ve değer sistemi doğrultusunda dış dünyaya uyum sağlamaya çalışır. İşte bu uyum isteği zamanla tutumların değişmesine yol açar” (Erdoğan, 1997, s. 366). Matematiğe karşı tutumda olumlu yönde değişim olmamasının sebebi ise matematiğe karşı olumlu tutum değişikliği için gerekli, sürenin sağlanamamış olması olabilir. 25 günlük bir çalışma uzun bir süreçte oluşturdukları tutumları değiştirmede yeterli olmamış olabilir.

Tutumun değişmemesindeki diğer bir sebep ise asıl amacı akademik başarı artışını kontrol etmek olan bulmacaların tutum değişimi için uygun materyal olmaması olabilir. Tutum değiştirme araçları özel olarak tasarlanıp, çeşitli ikna teknikleri ile kullanıldığı (Demirtaş, 2004) için bulmaca çözdürmek tutum değişimi için etkili olmamış olabilir.

6. Genel Değerlendirme

Örnek çalışma ve literatür taraması birlikte değerlendirildiğinde, sonuç olarak, sayı yerleştirme tarzı bulmacalar, doğrudan denklemler ve eşitsizlikler konusunda etkili olmasa da matematik eğitiminde önemli olan bazı dolaylı becerileri desteklediği için öğretim ortamlarında kullanılması önerilebilir. Bu bulmacalar, öğrencilerin akıl yürütme yeteneklerini geliştirmelerine, çok boyutlu düşünebilme kapasitelerini artırmalarına ve dikkat ile yoğunlaşma becerilerini güçlendirmelerine yardımcı olabilir.

Özellikle Futoshiki, Sudoku ve Kakuro gibi bulmacalar, öğrencilerin problem çözme stratejileri geliştirmelerine katkıda bulunur. Bu süreçte, öğrenciler bir problemi çözmek için farklı yöntemler denemeyi öğrenirler ve bu da onların esneklik ve yaratıcılık gibi önemli beceriler kazanmalarını sağlar. Ayrıca, bu tür bulmacalar öğrencilerin sabırlı ve sebatkar olmalarını teşvik eder, çünkü çözüme ulaşmak için uzun süreli odaklanma ve dikkat gerektirir.

Matematik eğitiminde, sadece doğrudan matematiksel kavramları öğretmek yeterli değildir; aynı zamanda öğrencilerin bu kavramları anlamalarına ve günlük yaşamda uygulamalarına yardımcı olacak beceriler kazanmalarını da önemlidir. Bu nedenle, sayı yerleştirme tarzı bulmacaların öğretim ortamlarına dahil edilmesi, öğrencilerin matematiğe olan ilgilerini artırabilir ve matematiği daha erişilebilir ve eğlenceli bir hale getirebilir.

Özetle, sayı yerleştirme tarzı bulmacalar, doğrudan matematiksel konular üzerinde etkili olmasa da, öğrencilerin genel matematik becerilerini geliştirmelerine katkı sağlayan önemli araçlardır. Bu nedenle, öğretmenler tarafından eğitim programlarına dahil edilmeleri, matematik eğitiminde bütüncül bir yaklaşım benimsenmesine yardımcı olabilir.

KAYNAKÇA

- Akkan, Y., Baki, A., & Çakıroğlu, Ü. (2012). 5-8. sınıf öğrencilerinin aritmetikten cebire geçiş süreçlerinin problem çözme bağlamında incelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 43(43), 1-13.
- Altun, M. (2011) *Eğitim fakülteleri ve sınıf öğretmenliği için matematik öğretimi* (16. baskı). Aktüel Yayınları.
- Altun, M. (2014) *Ortaokullarda (5, 6, 7 ve 8. sınıflarda) matematik öğretimi* (10. baskı). Aktüel Yayınları.
- Aslan, S. (2012). 8. sınıf T.C. inkılâp tarihi ve Atatürkçülük dersi kavramlarının öğretiminde bulmacaların öğrenci başarısına etkisi. (Yüksek lisans Tezi, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi).
- Aydemir, A. (2012) *Çevrimiçi bulmaca kullanımının öğrencilerin akademik başarısına ve öğrenmenin kalıcılığına etkisi* (Yüksek lisans Tezi, Fırat Üniversitesi).
- Bartkus, K., Nemelka, B., Nemelka, M., & Gardner, P. (2012). Clarifying The Meaning Of Extracurricular Activity: A Literature Review Of Definitions. *American Journal of Business Education*, 5, 693-704. <https://doi.org/10.19030/AJBE.V5I6.7391>.
- Binbaşoğlu, C. (2000). *Okulda ders dışı etkinlikler*. İstanbul: Milli Eğitim Basımevi.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç-Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. & Demirel, F. (2013). *Bilimsel araştırma yöntemleri* (15.baskı). Pegem Yayınları.
- Danesi, M. (2019). Math puzzles as learning devices. *Interdisciplinary perspectives on math cognition*, 141-153.
- Demirtaş, H.A. (2004). Temel ikna teknikleri : tutum oluşturma ve tutum değiştirme süreçlerindeki etkilerinin altında yatan nedenler üzerine bir derleme. *İletişim*. 19 (44-49)
- Eccles, J., Barber, B., Stone, M., & Hunt, J. (2003). Extracurricular Activities and Adolescent Development. *Journal of Social Issues*, 59, 865-889. <https://doi.org/10.1046/J.0022-4537.2003.00095.X>.
- Erdoğan, İ. (1997). *İşletmelerde davranış*. İşletme Fakültesi Yayınları.
- Farnell, E. (2017). Puzzle Pedagogy: A Use of Riddles in Mathematics Education. *PRIMUM*, 27, 202 - 211. <https://doi.org/10.1080/10511970.2016.1195465>.
- Fraenkel, J., Wallen, N., & Hyun, H. (2012). *How to design and evaluate research in education* (8. Baskı). McGraw-Hill Education.
- Gardner, M. (1961) *Entertaining mathematical puzzles*. Dover Publications.
- Gasitoi, N., & Zastinceanu, L. (2022). Extracurricular activities in mathematics: the motivation valences. *Acta et Commentationes Sciences of Education*, 30(4), 37-45.
- Gürbüz, R., & Akkan, Y. (2010). Farklı öğrenim seviyesindeki öğrencilerin aritmetikten cebire geçiş düzeylerinin karşılaştırılması: Denklem örneği. *Eğitim ve Bilim*, 33(148), 64-76.

- Karasar, N. (2012). Bilimsel araştırma yöntemleri: Kavramlar, ilkeler, teknikler. *Nobel Yayın Dağıtım*.
- Kawash, J. (2012). Engaging students by intertwining puzzle-based and problem-based learning. *Proceedings of the 13th annual conference on Information technology education'in içerisinde* (227-232).
- Klymchuk, S. (2017). Puzzle-based learning in engineering mathematics: students' attitudes. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 48, 1106 - 1119. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2017.1327088>.
- Klyushina, A., & Shalifova, O. (2019). Extracurricular activities as a factor of students' personal development and education (as exemplified by the Faculty of Foreign Languages of Samara State University of Social Sciences and Education). *Samara Journal of Science*. <https://doi.org/10.17816/snv201984304>.
- Köse, E. (2013). Eğitim kurumlarında gerçekleştirilen ders dışı etkinliklerin sınıflandırılmasına yönelik bir öneri. *Uluslararası Türkçe Edebiyat Kültür Eğitim Dergisi*, 2(2), 336-353.
- Lynce, I. ve Ouaknine, J. (2006) Sudoku as a sat problem. *ISAIM*, 11(1), 6-13
- Meyer, E. F., Falkner, N., Sooriamurthi, R., ve Michalewicz, Z. (2014). *Guide to teaching puzzle-based learning*. Springer.
- Michalewicz, Z. ve Michalewicz, M. (2007) *Puzzle-based learning*. Proceedings of the 2007 AaeE Conference içerisinde.
- Michalewicz, Z. ve Michalewicz, M. (2008). *Puzzle-based Learning: Introduction to critical thinking, mathematics, and problem solving*, Hybrid Publishers.
- Michalewicz, Z., Falkner, N. ve Sooriamurthi, R. (2011) Puzzle-Based learning: An introduction to critical thinking and problem solving. *Decision Line* 6-9
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2009). *İlköğretim matematik dersi 6-8. sınıflar öğretim programı ve kılavuzu*. MEB Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2013). *İlköğretim matematik dersi (5, 6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı ve kılavuzu*. MEB Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı
- Pasko, O., & Bondarenko, N. (2022). Extracurricular work in mathematics as a component of the professional and pedagogical activity of a mathematics teacher. *Scientific papers of Berdiansk State Pedagogical University Series Pedagogical sciences*. <https://doi.org/10.31494/2412-9208-2022-1-2-325-333>.
- Polya, G. (2004). *How to solve it: A new aspect of mathematical method* (No. 246). Princeton university press. (Orijinal kitap 1945'te basılmıştır.)
- Songur, A. (2006). *Harfli ifadeler ve denklemler konusunun oyun ve bulmacalarla öğrenilmesinin öğrencilerin matematik başarı düzeylerine etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi. Marmara Üniversitesi)
- Winkler, P. (2004) *Mathematical puzzles: A Connoisseur's collection*. AK Peters.
- Yalçınkaya, T. (1993). Eğitimin Önemli Bir Aracı Oyun. *Çağdaş Eğitim*, 194, 39-43.



Bölüm 2

MATEMATİK ÖĞRETİMİNDE MODELLEME DÖNGÜLERİNİN GELİŞİMİ VE SİNGAPUR ÖRNEĞİ¹

Ali ERASLAN², Neslihan ŞAHİN³

1 Bu çalışma yazarların ilkokul 4. sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterliliklerinin belirlenmesi ve değerlendirilmesi başlıklı tezinden üretilmiştir.

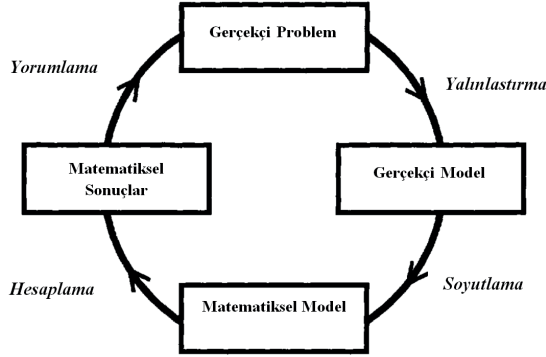
2 Prof.Dr., Ondokuzmayıs Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, İlköğretim Matematik Eğitimi ABD. ORCID: 0000-0003-4006-9363

3 Dr. Öğr. Üyesi, Sinop Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik Eğitimi ABD. ORCID: 0000-0003-0558-2487

Modelleme döngüleri ilk defa 1970'lerin sonlarında üniversitelerin mühendislik fakültelerinde döngüsel sistemler olarak karşımıza çıkmaktadır (Haines & Crouch, 2010). Matematiksel modelleme ve bununla ilgili aktiviteler araştırmacılar tarafından öğrencilerin davranışlarını anlamak amacıyla yürütülen bu etkinlikler bir döngü olarak matematiksel modelleme sürecini temsil etmektedir (Haines & Crouch, 2010). Bir başka ifadeyle tüm modelleme süreci modelleyicilerin geçmesi gereken adımları içeren model oluşturma süreçlerini içermektedir. Uluslararası literatürde döngüsel şekilde gerçekleşen model oluşturma süreçlerine yönelik geçmişten günümüze birçok çalışma vardır. Bu konuda ön plana çıkan araştırmaların bazıları özellikle dikkat çekmektedir. Bunlar; Maki ve Thompson (1973), Fischer ve Malle (1985), Blum (1985), Blum ve Niss (1991), Berry ve Davies (1996), Blum (1996), Blomhøj ve Jensen (2003), Lesh ve Doerr (2003), Lester ve Kehle (2003), Ferri (2006), Blum ve Leiß (2007) ile Stillman, Galbraith, Brown ve Edwards'ın (2007) çalışmalarıdır. Ayrıca PISA-matematik okuryazarlığının da merkezinde yer alan matematiksel modelleme döngüsü ABD, İngiltere, Avustralya, Hollanda, Almanya, İsveç ve Singapur gibi birçok ülkenin müfredatına girmiştir (Eraslan & Şahin, 2023). Aşağıda bu modelleme döngülerinin geçmişten günümüze kadar gelirken nasıl bir değişim ve gelişim gösterdiği açıklanırken ayrıca PISA'da yer alan modelleme döngüsü ile PISA-2022'de en başarılı sonuçları elde eden Singapur müfredatında yer alan matematiksel modelleme süreci tanıtılacaktır.

MODELLEME DÖNGÜLERİNİN GELİŞİMİ

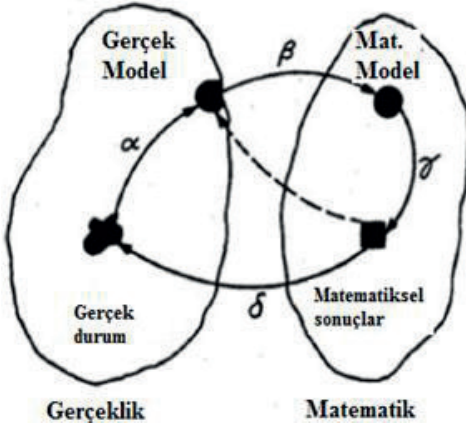
1973 yılındaki çalışmalarında Maki ve Thompson, modelleme aşamasının temel unsurlarını içeren ilk modelleme döngülerinden birini geliştirmişlerdir. Bu modelleme döngüsü matematiksel modelleme sürecindeki bireysel davranışların değerlendirilmesi amacıyla kullanışlı olsa da modelleme sürecinin lineer (doğrusal) şekilde ilerlediğine yönelik yanlış bir anlayış oluşmasına neden olmaktadır (Kehle ve Lester, 2003). Oysa model oluşturma etkinlikleri (MOE) ile çalışan tecrübeli ya da tecrübesiz tüm modelleyicilerin bir aşamadan diğerine atlayarak, daha önce geçtikleri aşamaya geri döndükleri ve bazen tüm döngüyü birden çok tekrarladıkları görülmektedir (Kehle ve Lester, 2003). Öğrencilerin hem matematiksel kavramları hem de modelleme sürecini anlamalarını sağlamak için çeşitli aşamalardan geçecekleri MOE ile çalışmalarını sağlayarak modelleme deneyimlerini tekrarlamaları pedagojik olarak gereklidir (Lesh ve Doerr, 2003; Kehle ve Lester, 2003).



Şekil 1: Maki & Thompson'ın (1973) modelleme döngüsü

Maki ve Thomson'ın (1973) geliştirdiği döngünün aşamaları Kehle ve Lester (2003) tarafından şu şekilde açıklanmıştır. Sorunu çözmeye başlamak için, bireyin sorunu doğrudan ilgilendiren temel kavramları belirleyerek karmaşık ortamı *yalınlaştırması* gerekmektedir. Bu yalınlaştırma aşaması, görmezden gelebilecek kararların alınmasını, temel kavramların birbiriyle nasıl bağlantılı olduğuna dair bir fikir geliştirmesini ve orijinal durumu gerçekçi bir model oluşturarak sonuçlandırmasını içerir. Gerçekçi model, orijinal durumdan daha kolay olan incelenme durumu ile modeli tekrar gözden geçirerek bakılması ve anlaşılması nedeniyle tam olarak bir modeldir. *Soyutlama aşaması*, gerçekçi modelin temel özelliklerini temsil etmek için matematiksel kavramların seçimini içerir. Çoğu kez soyutlama aşamasında, verilen bir temsilin sonraki aşama olan hesaplama aşamasında bir sezgi oluşturmak için de yol göstericidir. Bir problem çözücü, orijinal durumun matematiksel bir temsili ve temsil ile ilgili belirli bir matematik problemi üretmesinden sonra matematiksel problem kendi başına bir anlam kazanır. Bu şekilde problem izole edilmiş ve iyi tanımlanmış bir matematiksel problem haline dönüşür. Üçüncü aşama ise bazı *matematiksel hesaplamalar* yapmak amacıyla matematiksel temsilleri kullanma veya akıl yürütme süreçlerini içerir. Bu aşamada, bireyin matematiksel gerçekleri ve akıl yürütme becerilerini kullanması sağlanır. Son evrede ise bu matematiksel düşünme sonuçları *yorumlanır* ve problemin orijinal bağlamına uygulanır.

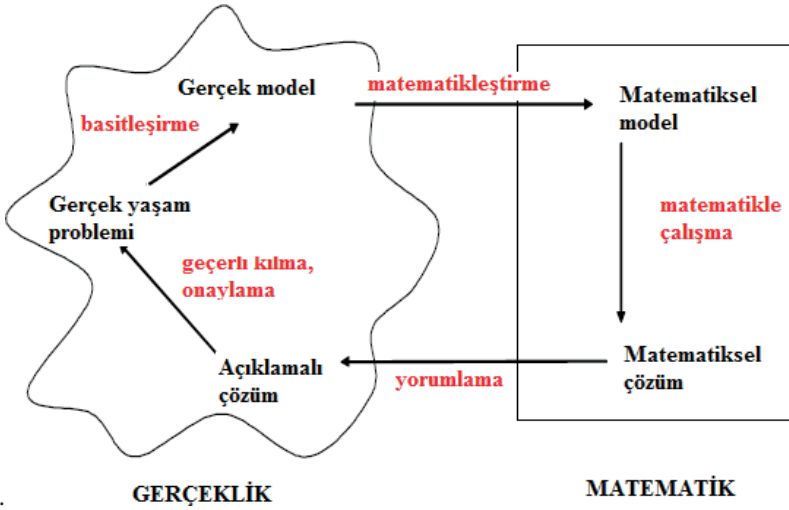
1980'lerde okullarda matematiksel modelleme üzerine çalışmaların gelişimi bilişsel yaklaşımla didaktik ve bağlamsal modelleme uygulamaları ve yorumlamaları üzerine odaklanılmıştır (Haines & Crouch, 2010). Bunlardan biri de Blum'un (1985) aşağıdaki modelleme döngüsüdür.



- α) basitleştirmek, yapılandırmak, kesinlik kazandırmak
- β) matematikleştirmek
- γ) matematiksel süreçten geçirmek
- δ) açıklama ve uygulamaları tersine çevirebilme

Şekil 2: Blum'un (1985) modelleme döngüsü

Yukarıdaki döngü daha sonra yine Blum tarafından geliştirilerek 1996 yılında aşağıda Şekil-3 de gösterilen bir gerçek yaşam problemi modellerken gerçek ile matematik arasında nasıl hareket edildiği süreçler üzerinden açıklamıştır (Maaß, 2006).

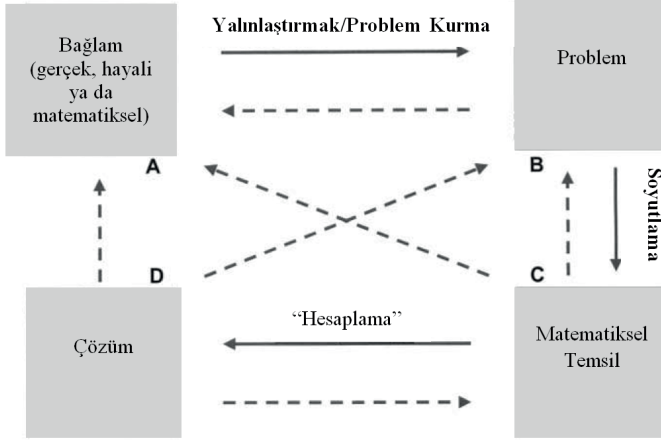


Şekil 3: Blum'un (1996) modelleme döngüsü

Modelleme sürecinin bir gerçek yaşam problemi ile başladığını dile getirmiş ve bu problemi basitleştirerek, yapılandırarak ve idealleştirerek gerçek bir model elde edildiğini belirtmiştir. Gerçek bir modelin matematikleştirilmesi matematiksel bir model oluşturmaya dayanmaktadır. Matematikle uğraşarak matematiksel bir çözüm elde edilir. Bu çözümün öncelikle yorumlanması ve

ardından geçerliliğinin sağlanması gerekmektedir. Eğer çözüm ya da seçilen süreç gerçeğe yaklaşımı sağlamıyorsa birkaç basamak ya da ilk aşamada seçilen modelleme süreci üzerinde tekrar çalışmak gerekmektedir (Maaß, 2006).

İki-binli yılların başında Lester ve Kehle (2003) matematiksel problem çözmeye olan bakış açısını daha da genişletilerek matematiksel modelleme etkinliği kavramını biliş-üstü temelinde tanımlamış ve bu çerçevede aşağıdaki *ideal matematiksel etkinlik modelini* geliştirmiştir.

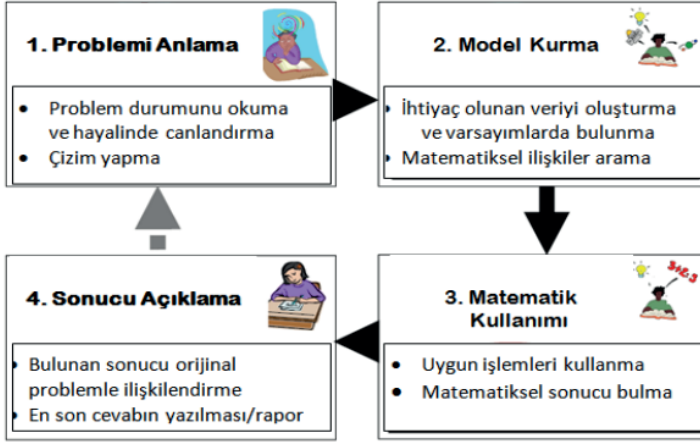


Şekil 4: Lester & Kehle'nin (2003) modelleme döngüsü

Lester ve Kehle (2003) ideal matematiksel etkinlik modeline göre: (1) *yalınlaştırma/ probleme kurma* aşamasında (A-B) gerçekçi ve karmaşık matematiksel bir durumdan matematiksel bir problem oluşturulması olduğunu belirtmiştir. Problemi çözmeye başlamak için problemle ilgili doğrudan kavramlar ve süreç belirlenerek karmaşık olan yapı yalınlaştırılır. (2) *soyutlama* aşamasında (B-C) matematiksel kavram ve notasyonların seçimi, bir başka deyişle gerçek modelin temel özelliklerinin matematiksel olarak temsil edilmesini göstermektedir. (3) *hesaplama* aşaması (C-D) matematiksel ifadelerin kullanılması ve bazı matematiksel sonuçların çıkarımını içerir. Bu süreçte kişinin kendi matematiksel bilgi, beceri, muhakeme yeteneği ve deneyimi önemli rol oynamaktadır. (4) *yorumlama* (D-A) aşaması ulaşılan sonucun veya çözümlerin ilgili bağlamla, problem ve matematiksel gösterim ile karşılaştırılması ve yorumlanmasını içerir. Fakat bu karşılaştırma işlemi sadece sonuç bulunduktan veya problem çözüldükten sonra olmaz, sürecin her aşamasında ve her zaman anında gerçekleşir (Eraslan, 2012). Dolayısıyla MOE lineer olmayan etkinlikler olup döngüler şeklinde gerçekleşmektedir. Bu döngülerde aşamalar arasında belli bir gerçekleşme sıralaması olmadığı gibi, bu döngüler içinde her aşama da mutlaka bulunmak zorunda değildir.

Modelleme döngüsünde öğrenciler birden fazla çözüm döngüsü gerçekleştirebilmekte ve aşamalar arasında tekrar tekrar geçişler olabilmektedir (Şahin, 2014; Kant, 2011).

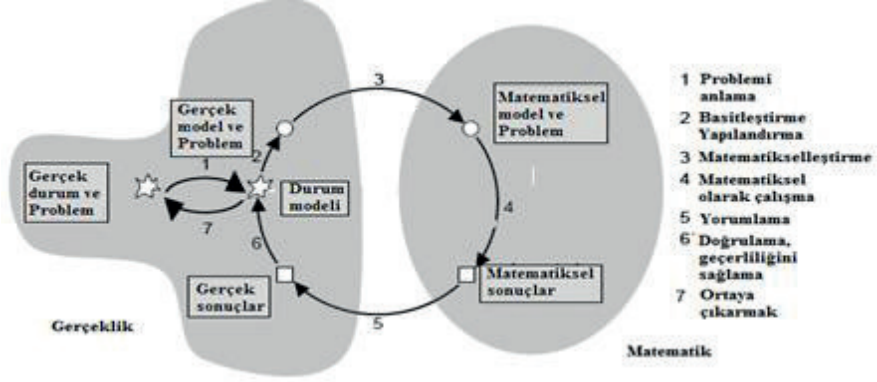
Bir diğer modelleme döngüsü modelleme problemleri için *dört aşamalı bir çözüm planı* adı altında Blum ve Ferri (2009) tarafından geliştirilmiştir. Bu döngü dört aşamadan oluşmakta olup aşağıdaki şekilde açıklanmıştır.



Şekil 5: Blum ve Ferri'nin (2009) modelleme döngüsü

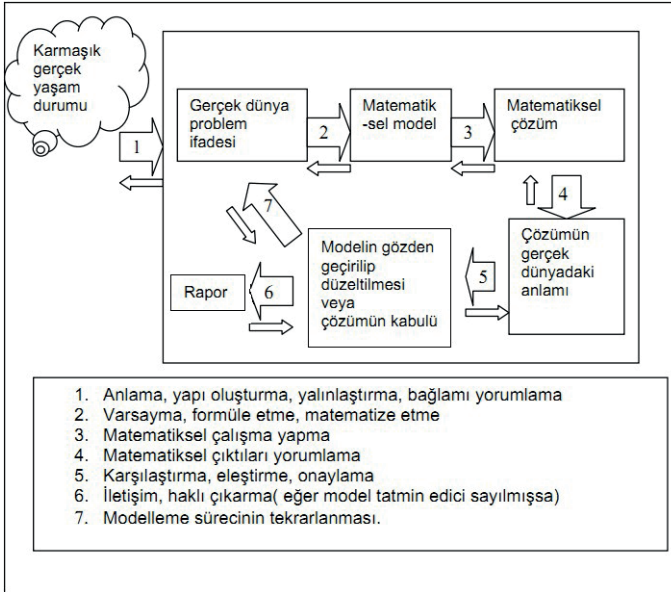
Blum ve Ferri (2009) sundukları döngüde modelleme sürecini problemi anlama, modeli kurma, matematik kullanımı ve sonucu açıklama olarak dört aşamada açıklamışlardır. *Problemi anlama* aşamasında öğrencilerin günlük yaşam durumundan uyarlanmış bir problem durumunu anlamak için bir takım eylemleri gerçekleştirmektedir. Bunlar okuma, hayalinde canlandırma, çizim yapma, tabloyu okuma gibi eylemleri yaparak problemi yalın hale getirmeye çalışmaktadırlar. *Model kurmada* ise öğrenciler ihtiyaç duyduğu veriyi oluşturur; veri ve problem arasında ilişki kurar; kuralları tanır ve bulur; örüntüleri fark eder ve varsayımlarda bulunurlar. *Matematik kullanma* aşamasında öğrencilerden uygun olan matematiksel kavramları belirlemele, uygun matematiksel işlemleri yapmaları ve bir matematiksel sonuca ulaşmaları beklenilmektedir. Öğrencilerin yaptıklarının doğrulunu sorguladığı, sonucu açıklama aşamasında öğrencilerin, elde edilen sonucu gerçek yaşamla ilişkilendirerek modelin geçerliliğinin onaylamasını ve çözümün raporlaştırılması beklenilmektedir. Blum ve Ferri'nin (2009) bu döngüsünde öğrencilerin MOE'nin çözümü sırasında aşamaları sırasıyla gerçekleştirmek zorunda değillerdir. Öğrenciler çözüm sırasında bu aşamalardan geçerken düşünme süreçlerini ve karşılaştıkları zorlukları süreç esnasında uygulayıcılara yansıtabilirler. Bu şekilde öğrencilerin düşünme süreçlerini ve karşılaştıkları güçlükleri belirlemek çok daha kolay olacaktır.

Önemli döngülerden biri de 2007 yılında Blum ve Leiß tarafından ortaya konmuştur. Bu modelleme süreci Ferri'nin (2006) modelleme sürecinin geliştirilmiş halidir. Bu gösterimin özelliği gerçek durum ve problemi anlamının, yine ekstra matematiksel yaklaşımla gerçek model ve problemin bir durum modeline doğru ilerlediğinin altını çizmek istemiştir (Haines & Crouch, 2010).



Şekil 6: Blum & Leiß'in (2007) modelleme döngüsü

Aynı yıl bir diğer çalışma ise Stillman, Stillman, Galbraith, Brown ve Edwards (2007) tarafından gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerin model oluşturma etkinliği ile uğraşırken model oluşturma sürecindeki her bir aşama aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır.

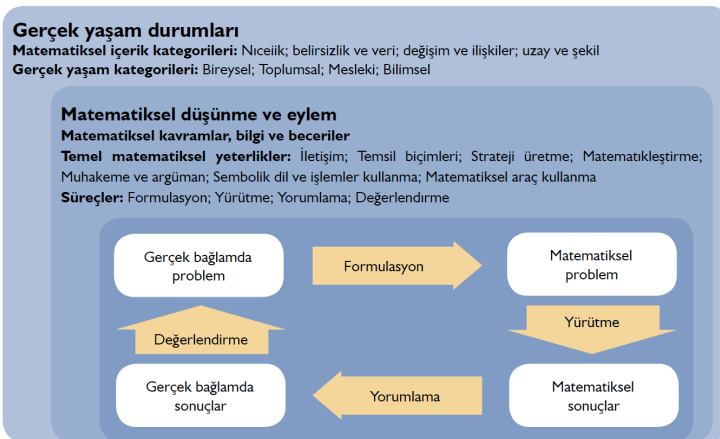


Şekil 7: Stillman, Galbraith, Brown & Edwards'in (2007) modelleme döngüsü

Modelleme yapılırken gerçek ve matematik arasında gidip gelinir. Modelleme süreci karmaşık bir gerçek yaşam durumuyla başlar. Bu durumdan bir problem ifadesi elde edilir. Buradan matematikleştirme aracılığıyla bir matematiksel modele ulaşılır ve model üzerinde yapılan matematiksel çalışmayla çözüm bulunabilir. Bu çözüm öncelikle yorumlanır ve daha sonra doğruluğu gösterilir. Eğer çözüm veya seçilen süreç gerçekle uyum sağlamazsa belirli adımlar veya modelleme sürecinin tamamı tekrarlanır (Stillman, Galbraith, Brown ve Edwards, 2007).

PİSA MODELLEME DÖNGÜSÜ

Literatüre paralel olarak PISA'nın (Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı) aşağıdaki modelleme döngüsü (Şekil-8), problem çözümlerinin matematik okuryazarlığını sergilerken hareket ettiği aşamaların ideal ve basitleştirilmiş bir versiyonu olarak sunulmaktadır (MEB, 2016). Öğrencilerin birer aktif problem çözümler olması nedeniyle modelleme döngüsü PISA'nın merkezinde yer alır ve öğrenciler bu döngüdeki her bir aşamayı gerçekleştirme değerlendirme bağlamında amaçlanmamaktadır (OECD, 2013). OECD (2013) bu durumu şöyle açıklamaktadır: Modelleme döngüsünün grup üyeleri tarafından üstlenilen bir süreç olması nedeniyle birey modelleme döngüsündeki aşamaların hepsinden geçmeyerek bir takım aşamaları tamamlamaktadır (OECD, 2013). Bazı durumlarda, bazı soruları cevaplamak veya bir sonuç çıkarmak için doğrudan uygulanabilir grafikler veya denklemler gibi matematiksel gösterimler verilmektedir. Böyle durumların olması nedeniyle, birçok PISA maddesi modelleme döngüsünün yalnızca bir aşamasının değerlendirilmesini içermektedir (OECD, 2013). Gerçekte, problem çözümler sürecinde aşamalar arasında kararsız kalabilmekte ve bu durumla karşılaştığında daha önceki kararları ve varsayımları tekrar gözden geçirebilmektedir. Süreçler önemli zorluklar ortaya koyabilmekte ve döngü birkaç defa tekrarlanarak tamamlanmaktadır (OECD, 2013).



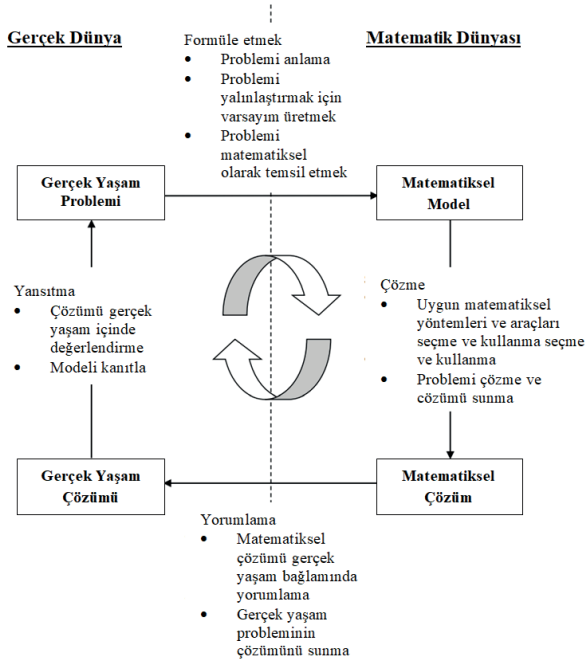
Şekil 8: PİSA modelleme döngüsü (MEB, 2016).

PISA'nın merkezinde yer alan matematiksel modelleme döngüsü *gerçek bağlamda problem* aşaması ile başlayan ideal bir dizi aşamayı göstermektedir. Problem çözümler, problem durumundaki matematiksel ilişkileri ve matematiksel ilişkilere göre durumu formüle etmeye, durumu yalınlaştırmak amacıyla *varsayım* üretmesi gerekmektedir (OECD, 2013). Böylelikle problem çözümler gerçek bağlamda problem durumunu matematiksel probleme dönüştürmektedir. Problem çözümler matematiksel kavramlar, prosedürler, olgular ve araçlar kullanarak “matematiksel sonuçlar” elde etmek amacıyla *yürütme* yapması gerektiği belirtilmektedir (OECD, 2013). Bu aşamada genellikle matematiksel akıl yürütme kullanılmakta, manipülasyon, dönüşüm ve hesaplama yapılmaktadır. Elde edilen “matematiksel sonuçlar” gerçek bağlamda *yorumlanır*. Yorumlamada elde edilen matematiksel sonuçların gerçek yaşamda kullanılabilir olduğunun değerlendirilmesini, yorumlanmasını ve uygulanmasını içermektedir. Matematikğin formülasyonu, yürütülmesi ve yorumlanmasına ilişkin bu süreçler, matematiksel modelleme döngüsünün kilit unsurlarıdır ve aynı zamanda *matematiksel okuryazarlık* tanımının temel bileşenleri arasındadır (OECD, 2013).

SİNGAPUR MÜFRADATINDA MATEMATİKSEL MODELLEME

Singapur matematik müfredat çerçevesinin ana hedefi problem çözme olmasına rağmen 2007'den itibaren matematiksel modelleme müfredata önemli bir süreç olarak dahil edilmiştir (Kit Ee Dawn, 2018). Burada amaç şu şekilde ifade edilmiştir: Matematiksel modelleme gibi gerçek-yaşam problemi çözme görevleri, öğrencilerin öğrendikleri matematiği gerçek dünyayla ilişkilendirmelerine, temel matematiksel kavram ve yöntemleri daha iyi anlamalarına ve matematiksel yeterliliklerini geliştirmelerine olanak tanır (CPDD, 2012). Singapur Eğitim Bakanlığı (SME) ve Ulusal Eğitim Enstitüsü (NIE) tarafından ortaokul matematik öğretmenleriyle yürütülen hizmet içi programlar yoluyla matematiksel modelleme sürecinin açık örneklerle tam olarak anlaşılmasının sağlanmasına; öğretmenlerin okullarında matematiksel modelleme etkinlikleri oluşturmalarına, uygulamalarına ve değerlendirmelerine; öğretmenlerin modelleme yeterliliklerine sahip birer modelleyici olarak yetişmeleri amaçlanmıştır (Kit Ee Dawn, 2018). Bu öğretmenlere NIE bünyesinde yer alan matematik eğitimcileri tarafından geliştirilen matematiksel modelleme kaynaklarının yanında temel modelleme süreçlerini özetleyen ve matematiksel modellemeyi tanımlayan *matematiksel modelleme kiti* ile ek kaynak desteği verilmiş; bu şekilde Singapur okullarında matematiksel modelleme etkinliklerinin deneyimli öğretmenler tarafından başlatılması sağlanmıştır (Kit Ee Dawn, 2018). Bu süreç okullar arası modelleme yarışmaları düzenlenerek desteklenmiş ve devam ettirilmiştir (Kwek ve Ko, 2011). Bunların yanında ilköğretimde görev yapan öğretmenler farklı türde gerçek dünya görevlerini deneme teşvik edilmiş ve diğer okullarla beraber matematiksel modelleme üzerine araştırma projeleri hazırlamaları özendirilmiştir (Chan 2008).

Blum & Ferri (2009) ile Lester & Kehle' nin (2003) modelleme döngülerinde olduğu gibi Singapur öğretim programı da modelleme döngüsünü dört aşamada tanımlamaktadır: (a) gerçek yaşam problemi, (b) matematiksel problem, (c) matematiksel çözüm ve (d) gerçek yaşam çözümü. Modelleyicilerin modelleme döngüsünün aşamaları arasında hareket ederken gerçekleştirdikleri matematikselleştirme faaliyetleri olarak dört unsur belirtilmiştir: *formüle etme, çözüme, yorumlama ve yansıtma* (CPDD, 2012). Programda matematiksel modelleme süreci aşağıda Şekil-9'da sunulmuştur:



Şekil 9: Singapur'un modelleme döngüsü (CPDD, 2012)

Formüle etme aşamasında, modelleyiciler anahtar değişkenleri seçmeden önce gerçek dünyadaki problem durumunu anlamaya çalışır, değişkenler arasında ilişkiler kurar ve bağlam hakkında varsayımlarda bulunur. Burada modelleyiciler matematiksel problemin ortaya konması için gerekli koşullara veya parametrelere de karar verirler. *Çözerken*, modelleyiciler durumu temsil etmek için uygun matematiksel bilgi ve becerileri seçtikçe bir ön matematiksel model gelişir. *Yorumlama* sırasında modelleyiciler matematiksel çözümlerini, çözümlerin başlangıçtaki gerçek dünya problemine ne kadar iyi yanıt verdiği açısından analiz eder ve orijinal probleme yanıt olarak daha özel, bağlama uygun bir gerçek dünya çözümü tasarlamak için bağlamda yer alan değişkenleri, yapılan varsayımları ve belirlenen parametreleri yeniden inceleyerek matematiksel çözümlerini anlamlandırır. Son olarak, modelleyiciler

yansıtma aşamasında, yeni geliştirdikleri gerçek dünya çözümlerini, problem durumunun gerçek dünya kısıtlamaları dahilinde yeterliliği ve sınırlılıkları açısından değerlendirirken modelleme süreçleri hakkında biliş-üstü hale gelirler (Kit Ee Dawn, 2018). Dolayısıyla matematiksel modelleme programıyla yetişen Singapurlu öğrencilere gerçek yaşamla ilişkili açık uçlu soruları ile çalışarak matematiksel problem çözme ve muhakeme etme becerilerini sergileme fırsatı sunulmaktadır (MOE, 2012). Ayrıca matematiksel modelleme aracılığıyla bu öğrenciler belirsizlikle başa çıkmayı; ilişki kurmayı; uygun matematiksel kavram ve becerileri seçmeyi ve kullanmayı; varsayımları belirlemeyi ve onları gerçek yaşam probleminin çözümünde kullanmayı; hazır sunulan veriye ya da oluşturulan veriye bağlı olarak bilinçli kararlar vermeyi öğrenmektedirler (MOE, 2012).

KAYNAKÇA

- Berry, J., & Davies, A. (1996). Written Reports. In C. R. Haines ve S. Dunthorne (Eds.), *Mathematics Learning and Assessment: Sharing Innovative Practices* (s. 3.3–3.11). London: Arnold.
- Blomhoej, M., & Jensen, T. H. (2003). Developing Mathematical Modelling Competence: Conceptual Clarification and Educational Planning. *Teaching Mathematics and its Applications*, 22(3), 123–139.
- Blum, W. (1985). Anwendungsorientierter Mathematikunterricht in der Didaktischen Diskussion. *Mathematische Semesterberichte*, 32(2), 195–232.
- Blum, W., & Leiß, D. (2007). How Do Students and Teachers Deal With Modeling Problems? In C. R. Haines, P. Galbraith, W. Blum & S. Khan (Eds.), *Mathematical Modeling (ICTMA–12): Education, Engineering and Economics* (s. 222–231). Chichester: Horwood Publishing.
- Blum, W., & Niss, M. (1991). Applied Mathematical Problem Solving, Modelling, Application and Links to Other Subjects-State, Trends, and Issues in Mathematics Instruction. *Educational Studies in Mathematics*, 22(1), 37–68.
- Blum, W. (1996). Anwendungsbezüge im Mathematikunterricht–Trends und Perspektiven. *Schriftenreihe Didaktik der Mathematik*, 23, 15–38.
- Blum, W. ve Ferri, B. R. (2009). Mathematical modeling: can it be taught and learnt? *Journal of Mathematical Modeling and Applications*, 1(1), 45–58. Erişim adresi: <http://gorila.furb.br/ojs/index.php/modelling/article/view/1620>
- Chan, C. M. E. (2008). Using model-eliciting activities for primary mathematics classrooms. *The Mathematics Educator*, 11(1/2), 47–66.
- Curriculum Planning and Development Division [CPDD]. (2012). Secondary mathematics teaching and learning syllabus. Singapore: Ministry of Education.
- Eraslan, A. & Şahin, N. (2023). İlkokul ve Ortaokulda Etkinlik Örnekleriyle Matematiksel Modelleme. Ankara: Pegem Akademi
- Eraslan, A. (2012). Prospective elementary mathematics teachers' thought processes on a model eliciting activity. *Educational Sciences: Theory ve Practice*, 12(4), 2953-2968. Erişim adresi: <https://eric.ed.gov/?id=EJ1002895>
- Ferri, B.R. (2006). Theoretical and Empirical Differentiations of Phases in the Modeling Process. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 38(2), 86–95.
- Fischer, R., & Malle, G. (1985). *Mensch und Mathematik*. Mannheim Wien, Zürich: Bibliographisches Institut.
- Haines, C. R., & Crouch, R. M. (2010). Recognizing Constructs within Mathematical Modelling. *Teaching Mathematics and its Applications*, 20(3), 129–138.
- Kant, S. (2011). *İlköğretim 8.sınıf öğrencilerinin model oluşturma süreçleri ve karşılaşılan güçlükler*. (Yüksek Lisans Tezi, Ondokuzmayıs Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü). Yüksek Öğretim Kurulu tez merkezi veri tabanından erişildi (308757).

- Kit Ee Dawn, N. (2018). Towards a professional development framework for mathematical modelling: the case of Singapore teachers. *ZDM Mathematics Education*, 50, 287–300. <https://doi.org/10.1007/s11858-018-0910-z>
- Kwek, M. L., & Ko, H. C. (2011). *The teaching and learning of mathematical modelling in a secondary school*. In: Paper presented at the The 15th International Conference on the Teaching of Mathematical Modelling and Applications: Connecting to practice–teaching practice and the practice of applied mathematicians. Australian Catholic University (St. Patrick), Melbourne.
- Lester, F. K., & Kehle, P. E. (2003). From Problem Solving to Modelling: The Evolution of Thinking About Research on Complex Mathematical Activity. In R. A. Lesh & H. M. Doerr (Eds.), *Beyond Constructivism: A Models and Modeling Perspective on Mathematics Problem Solving, Learning and Teaching* (s. 501–517). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Lesh, R. A. ve Doerr, H.M. (2003). *Foundations of a models and modeling perspective on mathematics teaching and learning*. R. A. Lesh ve H. Doerr (Ed.), *Beyond constructivism: Models and modeling perspectives on mathematics problem solving, learning, and teaching*, (3–34) içinde. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Maaß, K. (2006). What are Modelling Competencies? *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 38(2),113–142.
- Maki, D., & Thompson, M. (1973). *Mathematical Models and Applications, with Emphasis on the Social, Life and Management Sciences*. Englewood cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Milli Eğitim Bakanlığı, Ölçme, Değerlendirme ve Sınav Hizmetleri Genel Müdürlüğü. (2016). *PISA 2015 ulusal raporu*. Ankara. Erişim adresi: http://pisa.meb.gov.tr/wp-content/uploads/2014/11/PISA2015_UlusalRapor.pdf
- Ministry of Education [MOE]. (2012). *Mathematical modelling resource kit*. Singapore: Curriculum Planning and Developmental Division.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (2013). *PISA 2012 assessment and analytical framework: mathematics, reading, science, problem solving and financial literacy*. OECD Publishing. Erişim adresi: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264190511-en>
- Stillman, G., Galbraith, P., Brown, J., & Edwards, I. (2007). A Framework for Success in Implementing Mathematical Modelling in the Secondary Classroom. *Mathematics: Essential Research, Essential Practice*, 2, 688–697.
- Şahin, N. (2014). *İlkokul 4. Sınıf öğrencilerinin model oluşturma etkinlikleri üzerindeki düşünme süreçleri* (Yüksek lisans Tezi, Ondokuzmayıs Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü). Yüksek Öğretim Kurulu tez merkezi veri tabanından erişildi (363181).



Bölüm 3

SINIF ÖĞRETMENLİĞİ LİSANS ÖĞRENCİLERİNİN SANAL TERS YÜZ SINIF MODELİNE İLİŞKİN GÖRÜŞLERİ

Dilara AKYAR YAĞDIRAN¹

Rabia SARIKAYA²

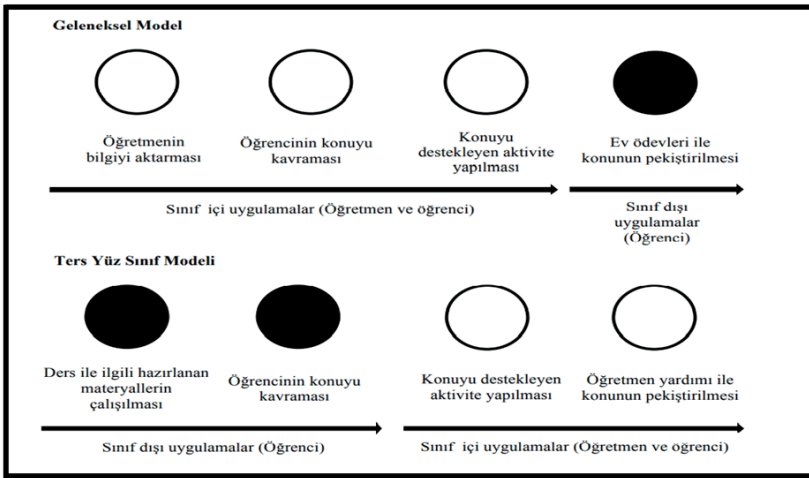
1 Arş. Gör. Dilara AKYAR YAĞDIRAN, Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi, Temel Eğitim Bölümü, ORCID: 0000-0001-7935-3789

2 Prof. Dr. Rabia SARIKAYA, Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi, Temel Eğitim Bölümü, ORCID: 0000-0001-9247-8973

GİRİŞ

Hayatın her alanında hız kesmeden ilerleyen teknoloji, eğitim için vazgeçilmez bir konumdadır. Bu vazgeçilmezlik okul yöneticilerinin, öğretmenlerin, öğrencilerin, velilerin, akademisyenlerin kısacası eğitim hayatında yer alan tüm bireylerin teknoloji kullanımını zaruri hale getirmektedir (Gençer vd., 2014; Özbay ve Sarıca, 2019). Covid-19 salgın süreciyle de bu zaruriyet giderek artmıştır. 2020-2021 eğitim öğretim döneminde salgın nedeniyle birçok ülkede yüz yüze eğitime ara verilerek uzaktan eğitime geçiş yapılmıştır. Bu süreçte birçok eğitim kurumunda ders saatleri uzaktan eğitime uygun olacak şekilde yeniden düzenlenmiştir. Azalan ders saatlerini daha verimli kullanmak ve teknolojiden en üst seviyede yararlanmak için öğretmenler çeşitli yöntem-teknikleri kullanmaya yönelmiştir (Erbaş, 2021). Bu yöntemlerden birisi de Ters Yüz Sınıf (TYS) modelidir.

TYS modeli 1970'lerde ortaya çıkmış ve 1990'ların sonlarına doğru öğrencilerin derste işlenecek konulara evde çalışması, evde anlamadıkları konuları ise sınıf ortamına taşımasıyla gerçekleşmiştir. Modele 90'lı yıllarda "akran öğretimi" adı verilmiş, 90'lardan beri de farklı isimlerle literatürde yer almıştır (Veres ve Muntean, 2021). TYS; öğrencilerin sürece aktif katılmasını, kendi hızlarında birebir öğrenmesini sağlayan ve kaçırılan derslerin telafisine veya tekrar edilmek istenilen derslerin tekrar izlenilmesine fırsat sunan bir modeldir (Roach, 2014). Araştırmacılara göre bu model, geleneksel modelin aksine öğrencilerin derse ilişkin temel bilgileri evde öğrenip ders sürecinde uygulama yapmalarına olanak tanımaktadır (Zownorega, 2013). Bu sayede geleneksel modelin tamamlayıcısı olarak görülmektedir (Roach, 2014). Resim 1'de geleneksel model ile TYS modelinin karşılaştırması yer almaktadır.

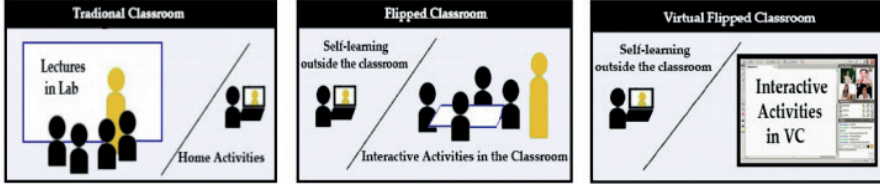


Resim 1. Geleneksel Sınıf Modeli ile Ters Yüz Sınıf Modelinin karşılaştırması (Moravec vd., 2010; aktaran Zownorega, 2013).

Resim 1 incelendiğinde sınıf içi uygulamalara geleneksel modelde ders sürecinin başında ve ortasında, TYS modelinde ders sürecinin ortasında ve sonunda; sınıf dışı uygulamalara ise geleneksel modelde sadece ders sürecinin sonunda, TYS modelinde ders sürecinin başında ve ortasında yer verildiği görülmektedir. Kısacası sınıf içi ve sınıf dışı uygulamaların TYS modelinde ve geleneksel modelde bir nevi yer değiştirdiği söylenebilir. Sınıf içi ve sınıf dışı uygulamaların yer değiştirmesi öğrencilerin sınıf içindeki ve sınıf dışındaki öğrenme düzeylerini de etkilemektedir. Bloom taksonomisinin alt basamakları geleneksel modele göre sınıf içi ortamda gerçekleşirken, TYS modeline göre daha çok sınıf dışı ortamlarda gerçekleşmektedir. Bloom taksonomisinin üst basamakları ise geleneksel modelde daha çok sınıf dışı ortamda gerçekleşirken, TYS modeline göre daha çok sınıf içi ortamlarda gerçekleşmektedir (Munir vd., 2018).

Bloom taksonomisinin ilk iki basamağı hatırlama ve anlamadır. TYS modeline göre sınıf dışı ortamlarda gerçekleşen bu basamaklarda; öğrencilerin, konuya ilişkin materyallere çalışması ve temel kavramları öğrenmesi esas alınmaktadır. Bloom taksonomisinin diğer basamakları uygulama, analiz etme, değerlendirme ve yaratma olarak sıralanmaktadır (Yıldırım, 2022). TYS modeline göre sınıf içi ortamda gerçekleşen bu basamaklarda öğrencilerin konuyu derinlemesine öğrenmesi ve içselleştirmesi beklenmektedir. Sınıf içinde gerçekleştirilen etkinliklerle uygulama basamağı; öğretmenin yaptığı yönlendirmeler ile analiz, değerlendirme ve yaratma basamakları gerçekleştirilebilmektedir. Bloom taksonomisinin üst basamaklarına sınıf içi süreçte yer verilmesi, öğretimin etkililiğini arttırmaktadır. Evde ek bir yardım almadan çalışmaya fırsat veren TYS modeliyle öğrencilerin üst düzey düşünme becerileri desteklenmekte ve sınıf içinde yapılan uygulamalarla anlamlı öğrenme sağlanmaktadır (Tomory ve Watson, 2015). Bunların yanında TYS modelinin öğrenci açısından faydaları arasında; öğrencinin kendi çalışma sorumluluğunu alması, çalışma süresini kendisinin belirleyebilmesi, anlamadığı yerleri tekrar çalışabilmesi, konunun pekişmesinde daha fazla sürenin kullanılabilmesi, teknolojiyi aktif olarak kullanmaya fırsat vermesi, ön bilgilerin kullanımına imkân tanınması, okula gelmeden konu ile ilgili temel bilgilere erişilebilmesi, aile-çocuk ve öğretmen-öğrenci arasındaki etkileşimi arttırması yer almaktadır (Gençer vd., 2014). TYS modelinin öğretmen açısından faydaları arasında ise; teknolojiyi aktif olarak kullanmaya fırsat tanınması, konu anlatımının çeşitlendirilebilmesi, hazırlanan materyallerin farklı şekillerde tekrar kullanılabilmesi, öğrencilere daha fazla uygulama yapılabilmesi, birebir ve gruplar ile çalışmalar yapılabilmesi yer almaktadır (Gençer vd., 2014). Bazı çalışmalarda ise TYS modelinin faydaları İngilizce söylemindeki ilk dört harf bazında açıklanmaktadır. Bu bağlamda model “esnek öğrenme ortamı, öğrenme kültürü, kasıtlı içerik ve profesyonel eğitimi” olmak üzere dört temel noktaya dayanmaktadır. Bu noktalar arasında

yer alan “esnek öğrenme ortamı” ile öğrenciye nerede ve ne zaman öğrenmek istediğine yönelik seçenek sunulmaktadır (Flipped Learning Network, 2014; Long vd. 2016). Ancak bazı araştırmacılara (Ismail ve Abdulla, 2019) göre bu durum TYS modelinden farklıdır ve Sanal Ters Yüz Modeli olarak adlandırılmaktadır (Resim 2).



Resim 2. Geleneksel Sınıf Modelinin, Ters Yüz Sınıf Modelinin ve Sanal Ters Yüz Sınıf Modelinin karşılaştırması (Ismail ve Abdulla, 2019).

Sanal Ters Yüz Modeli (STYS), TYS modelinin sanal sınıf kavramıyla bütünleşmesi sonucu oluşmuştur. Sanal Ters Yüz Model’inde dersler tamamen sanal bir ortamda TYS modeli baz alınarak gerçekleşmektedir. Araştırmacılara (Ismail ve Abdulla, 2019) göre gerçek bir sınıfta yapılabilecek her türlü eylem sanal sınıfta da gerçekleştirilebilir. Bu modelle;

- derslerin kaydedilmesine ve tekrar izlenmesine imkân tanındığı,
- öğretmenlerin anında geri bildirim alınabildiği,

-ders sürecine istenildiği zaman istenildiği yerde katılım sağlanabildiği ve bu sayede gerçek zaman kavramının oluşturduğu sorunların ortadan kaldırıldığı söylenebilir. Sağlamış olduğu faydalarla eğitime farklı bir bakış açısı sunan bu modelin, sosyal bilimlerden fen bilimlerine pek çok alanda ve eğitimin her kademesinde çeşitli amaçlarla kullanıldığı bilinmektedir (Julia vd., 2020). Ancak yapılan çalışmalar öğretmenlerin öğretim teknolojilerini kullanmada yetersiz olduğunu (Çelik ve Kahyaoglu, 2007) ve öğretmen adaylarının TYS modeline ilişkin yeterli ön bilgilerinin bulunmadığını göstermektedir (Mutlu ve Aydın, 2018). Bu nedenle öğretmen yetiştiren fakültelerde diğer yöntemlere ek olarak TYS modelinin kullanımı önem arz etmekte, lisans öğrencilerinin TYS hakkındaki görüşleri değerli olarak görülmektedir. Bununla birlikte Kutluca ve arkadaşları (2007) öğretmen adaylarının eğitimleri sürecinde ağırlıklı olarak teorik derslere maruz kaldığını, ancak uygulamaya daha fazla yer verilmesi gerektiğini belirtmektedir. Noss ve Baki (1996) ise bu görüşü destekleyerek öğretmen adaylarının nasıl öğrendilerse o şekilde öğreteceklerini vurgulamakta, ders sürecinde bizzat aktif olarak uygulama yapmaları gerektiğini açıklamaktadır. YÖK 2018 yılı Sınıf Öğretmenliği lisans programında Çevre Eğitimi (2+0) teorik ders olarak gözükmektedir. Ancak ilköğretimde Fen bilimleri dersi kazanımlarının birçoğu Çevre Eğitimi dersi konularıyla ilişkilidir (Muşlu Kaygısız, 2020; Ürey ve Aydın, 2014; Er-

ten, Köseoğlu ve Gök, 2022). Bu nedenle öğretmen adaylarının Çevre Eğitimi konusunda sadece teorik bilgiye sahip olarak değil uygulamalara da hâkim olarak yetişmeleri gerekmektedir. Fakat kısıtlı ders süresi hem teorik bilginin verilip hem uygulamaların yapılmasını zorlaştırmaktadır. Covid-19 salgını sırasında uzaktan eğitime geçilmesiyle Çevre Eğitimi dersinde Sanal Ters Yüz Sınıf modeliyle uygulamaların yapılabilirliği fikrini ortaya çıkarmıştır. Bu çalışma süresince Çevre Eğitimi dersinin teorik kısmı asenkron olarak öğrencilere anlatılmıştır.

Buna ilave olarak 40 dakika olan senkron ders saatinde ise hem öğrencilerin soruları cevaplanmış, hem anlamadıkları hususlar açıklanmış hem de uygulamalar yaptırılmıştır. Yapılan literatür araştırması sonucunda bu araştırmanın modeli ve kurgusuna benzer bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu araştırma öğretmen yetiştiren fakültelerde STYS ve TYS modelinin kullanımını yaygınlaştırmak hem teorik hem uygulamaya dayalı dersler için örnek bir model sunmak adına önem arz etmektedir.

Araştırmanın amacı sınıf öğretmenliği lisans programı öğrencilerinin STYS modeline ilişkin görüşlerinin uzaktan eğitimle yürütülen Çevre Eğitimi dersi kapsamında incelenmesidir. Bu amaç doğrultusunda araştırmanın problem cümlesi “Sınıf öğretmenliği lisans programı öğrencilerinin STYS modeline ilişkin görüşleri nasıldır?” şeklindedir.

Araştırmanın amacına uygun olarak incelenen alt problemler aşağıda sıralanmıştır:

Sınıf öğretmenliği lisans programı öğrencileri;

1. STYS modelini nasıl açıklamaktadır?
2. STYS modelinin avantajları hakkında ne düşünmektedir?
3. STYS modelinin dezavantajları hakkında ne düşünmektedir?
4. Uzaktan eğitimle yürütülen Çevre Eğitimi dersinin STYS Modeli ile işlenmesi hakkında ne düşünmektedir?
5. STYS modelinin öğretmenlik hayatlarına katkısıyla ilgili ne düşünmektedir?
6. STYS modelinin kullanımının uygun olduğu dersler hakkında ne düşünmektedir?
7. Öğretmen olduklarında STYS modelini kullanma durumları hakkında ne düşünmektedir?

YÖNTEM

Araştırma Modeli

Bu çalışmada nitel araştırma yöntemlerinden olgu bilim deseni benimsenmiştir. Olgu bilim varlığından haberdar olduğumuz ancak detaylı olarak bilgi sahibi olmadığımız durumları açıklamak için kullanılmaktadır. Olgu bilimin veri kaynağı bu olgunun merkezinde bulunan ve olguyu çevresine yansıtan bireylerdir (Yıldırım ve Şimşek, 2018). Bu çalışmada Sınıf Öğretmenliği lisans programı öğrencilerinin STYS modeline ilişkin deneyimleri neticesinde modele dair görüşleri detaylı olarak incelenmeye çalışılmıştır.

Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubu kolay ulaşılabilir örnekleme yöntemi ile seçilmiştir. Bu yöntem, araştırma sürecine uygulama kolaylığı ve hız kazandırmak için rahatlıkla ulaşılabilen grubun çalışma grubu olarak belirlenmesidir (Yıldırım ve Şimşek, 2018). Kolay ulaşılabilir örnekleme yöntemi, araştırmanın Covid-19 salgın sürecinde gerçekleşmesi ve uzun soluklu olması nedeniyle benimsenmiştir.

Araştırmaya 2021 eğitim öğretim yılı bahar dönemi Ankara ili bir devlet üniversitesinin birinci sınıfında öğrenim gören 90 sınıf öğretmenliği lisans programı öğrencisi katılmıştır. Ancak 18 öğrenci görüşmeye dahil olmak istemediği için 72 öğrenciden elde edilen veriler analize dahil edilmiştir.

Veri Toplama Araçları

Bu çalışmada veri toplama aracı olarak araştırmacılar tarafından geliştirilen “Sanal Ters Yüz Sınıf Modeline İlişkin Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu” kullanılmıştır. Formun hazırlanmasında ve uygulanmasında aşağıdaki adımlar takip edilmiştir:

1. STYS modeline ilişkin literatür taraması yapılmış ve elde edilen çalışmalar kronolojik olarak listelenmiştir. Çalışmalarda kullanılan veri toplama araçları belirlenmiş, yer alan formlar amaçları doğrultusunda değerlendirilmiş, formların maddeleri ve soruları kategorize edilmiştir.

2. Araştırmanın amacıyla görüşme formunda yer alan soruların uyumlu olması gözetilerek “Sanal Ters Yüz Sınıf (Flipped Classroom) Modeline İlişkin Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu” hazırlanmıştır. Formda çalışmanın amacı kapsamında 7 açık uçlu soru belirlenmiş ve araştırmacılar tarafından taslak form oluşturulmuştur.

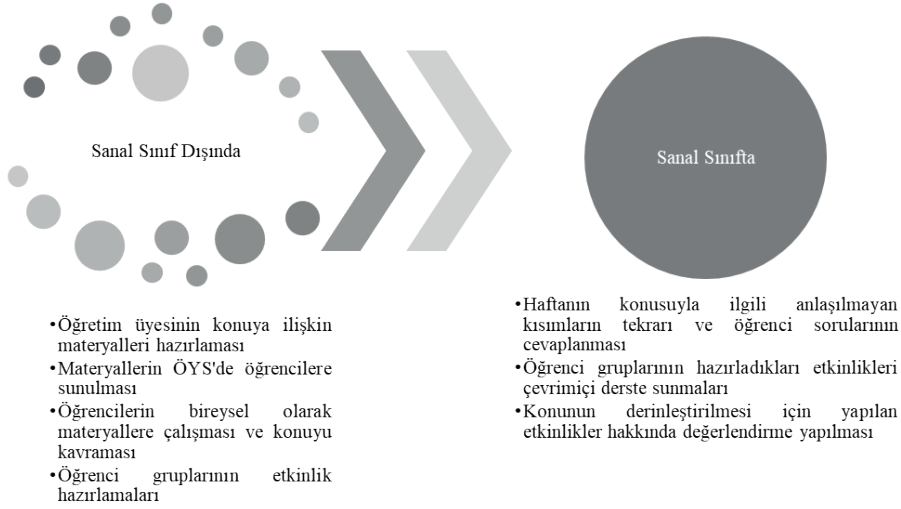
3. “Sanal Ters Yüz Sınıf (Flipped Classroom) Modeline İlişkin Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu” alan uzmanı, Türkçe dil uzmanı ve ölçme değerlendirme uzmanı olmak üzere 3 uzmana gönderilmiştir. Miles ve Huberman (1994) tarafından geliştirilen güvenilirlik formülü [Güvenirlik= Görüş Birliği / (Görüş Birliği + Görüş Ayrılığı) x 100] kullanılmış, %91 sonucuna ulaşılmıştır. Uzman görüşüne bağlı olarak gerekli görülen noktalar revize edilmiş ve forma son hali verilmiştir.

Verilerin Analizi

Araştırma sonucunda elde edilen veriler içerik analizine tabi tutulmuştur. İçerik analizindeki amaç, verileri çeşitli kavramlar ve temalar altına yerleştirilerek veriler arasındaki benzerlik ve farklılıkları anlaşılır duruma getirmektir (Yıldırım ve Şimşek, 2018). Veri analizinde öncelikle araştırmacılar ortak bir payda oluşturabilmek için analiz aşamalarını belirlemiştir. Analiz için bir araştırmacı tarafından yanıtlar sırayla okunarak kodlar oluşturulmuş, ortaya çıkan kodlar arasındaki ortak yönlerin bulunmasıyla temalar elde edilmiştir. Ardından aynı araştırmacı ilk kodlamadan yaklaşık bir ay sonra yeniden kodlama gerçekleştirmiştir. Kodlama güvenilirliği için Miles ve Huberman (1994) tarafından geliştirilen güvenilirlik formülü [$\text{Güvenirlik} = \frac{\text{Görüş Birliği}}{(\text{Görüş Birliği} + \text{Görüş Ayrılığı}) \times 100}$] kullanılmıştır. Kodlamalar arası güvenilirlik değerinin %95 olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Araştırma sonucunda elde edilen bulgular öğrencilerin görüşlerinden alıntılarla desteklenerek yorumlanmıştır.

Araştırma Süreci

Araştırma 2020-2021 eğitim öğretim yılında uzaktan eğitimle yürütülen Çevre Eğitimi dersinde gerçekleştirilmiştir. Dersler çalışma grubunun eğitim aldığı üniversite tarafından kullanılan uzaktan öğrenme yönetim sisteminde (ÖYS) 40 dakika süreyle işlenmiştir. Dersin ilk haftasında öğretim üyesi öğrencileri tanımış, ders içeriği ve yapılacak uygulamalar hakkında bilgi vermiştir. Bu süreçte öğrenciler 11 gruba ayrılmıştır. Her gruptan ders içeriğindeki bir çevre problemini seçmeleri istenmiştir. Gruplardan seçtikleri çevre problemini ilkokul ya da ortaokul düzeyinde öğrencilerin seviyesine uygun şekilde etkinliklerle nasıl anlatabileceklerini düşünmeleri, kendilerine verilen örnek ders planına uygun bir ders planı hazırlamaları ve hazırladıkları plana uygun olarak yaptıkları etkinlikleri en fazla 20-25 dakikalık video çekerek öğretim üyesine e-posta ile göndermeleri istenmiştir. İlk 3 haftalık süreçte dersin giriş konuları ÖYS’de senkron olarak öğretim üyesi tarafından işlenmiştir. Dersin öğretim üyesi, haftalık 1-1,5 saatlik videolar halinde 11 haftalık ders içeriğinin kaydını oluşturarak ÖYS’ye yüklemiştir. STYS modelinin kullanıldığı 11 haftalık araştırma sürecinde öğrenciler derse gelmeden önce ÖYS’deki videoları izlemiş ve ders saatinde haftanın konusuyla ilgili sorularını senkron olarak öğretim üyesine sormuşlardır. Daha sonra o haftanın konusuyla ilgili etkinlik hazırlayan grupların hazırladığı videolar ekran paylaşımı yapılarak izlenmiştir. Ardından etkinlikler dersin öğretim üyesi ve öğrenciler tarafından değerlendirilerek hatalı noktalar belirtilmiş, gerekli ek açıklamalar yapılmış, öğrencilerin soruları cevaplanmıştır. Bu şekilde her hafta öğrenciler asenkron olarak dersin kaydını izleyip, senkron olarak yapılan derste ilave etkinlikler görme fırsatını yakalamış ve anlaşılmayan konuların ders esnasında tartışılması ve soruların cevaplanmasıyla öğrenmenin kalıcılığı artırılmaya çalışılmıştır. Uzaktan eğitim Çevre Eğitimi dersinin içeriği Tablo 1’de, araştırma süreci ise Resim 3’te açıklanmıştır.



Resim 3. Araştırma süreci.

Tablo 1. Haftalık ders planı

Haftalık Ders Planı		
Haftalar	Konular	Dersin İşlenişi
Hafta 1	Tanışma ve ders içeriği ve işlenişi hakkında bilgilendirme Ders planı hazırlama çalışması Ekolojik kavramlar	ÖYS'de senkron
Hafta 2	Ekosistemin öğeleri ve işlevleri	
Hafta 3	Ekolojik denge ve sürdürülebilirlik Ekosistemlerde ekolojik dengelerin bozulması	
Hafta 4	Hava kirliliği, asit yağmurları ve ekolojik sonuçları	
Hafta 5	Ozon tahribatı ve ekolojik sonuçları	ÖYS'de asenkron
Hafta 6	Küresel iklim değişimi ve ekolojik sonuçları Karbon ayak izi	(öğretim üyesi tarafından yüklenen videoların öğrenciler tarafından izlenmesi)
Hafta 7	Su kirliliği ve ekolojik sonuçları Su ayak izi	
Hafta 8	Toprak Kirliliği ve ekolojik sonuçları	
Hafta 9	GDO ve ekolojik sonuçları	ÖYS'de senkron
Hafta 10	Nükleer kirlenme ve elektromanyetik kirlilik	(öğrenciler tarafından hazırlanan etkinlik videolarının izlenmesi ve değerlendirilmesi, soru-cevap, tartışma)
Hafta 11	Ses kirliliği ekolojik sonuçları	
Hafta 12	Işık kirliliği ekolojik sonuçları	
Hafta 13	Atıklar ve ekolojik sonuçları Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) çalışmaları	
Hafta 14	Biyolojik çeşitliliğin tahribi Ekolojik ayak izi	

BULGULAR

Sınıf öğretmenliği lisans programı öğrencilerinin STYS modeline ilişkin görüşlerinin uzaktan eğitimle yürütülen Çevre Eğitimi dersi kapsamında incelenmesini amaç edinen bu çalışmada “Sınıf öğretmenliği lisans programı öğrencilerinin STYS modeline ilişkin görüşleri nasıldır?” problemine yanıt bulabilmek için ele alınan alt problemlere ilişkin bulgular aşağıda sunulmuştur.

“Sınıf öğretmenliği lisans programı öğrencileri STYS modelini nasıl açıklamaktadır?” alt problemine ilişkin bulgular Tablo 2’de sunulmuştur.

Tablo 2. Öğrencilerin STYS Modeline ilişkin açıklamaları.

Temalar	Kodlar	frekans (f)
Sanal Sınıf	Konunun dersten önce öğrenilmesi	39
	Ders dışında çalışmaya imkân vermesi	2
Dışındaki Süreç	Uygulama ve ödevin yer değiştirmesi	1
Sanal Sınıftaki Süreç	Derste uygulama yapılması	5
	Derste bilgilerin tekrar edilmesi	4
	Soru-cevap yönetiminin kullanılması	4
	Ders süresinin verimli kullanılması	2
Öğrenciler	Dersin çevrimiçi yapılması	2
	Öğrencinin kendi hızıyla ve yöntemiyle öğrenmesi	6
	Bireysel öğrenmenin desteklenmesi	6
	Öğrencinin aktif katılımının sağlanması	13
	Öğretmenle iletişim kurulması	2
	Bilgi edinilememesi	2
	İyi öğrenilememesi	1
Kararsız kalınması	1	
Yöntem-Teknik	Yenilikçi bir model olması	1
	Öğretmenlik deneyimi sağlaması	3
	Etkili bir yöntem olması	1

Öğrencilerin cevapları arasında birden fazla tema veya kod bulunabilmektedir. Bu durumda açıklanan her tema ve kod ayrı ayrı olarak frekansa dâhil edilmiştir.

Sanal sınıf dışındaki süreç temasına ilişkin olarak 39 öğrenci konunun önceden öğrenilmesinin olumlu olduğunu ifade etmiştir. Bu temayla ilgili Ö34 kodlu öğrenci “Önceden videolar yüklenir. Dersten önce öğrenci dersi istediği kadar izler. Bu şekilde derse hazırlıklı gelinir.” ve Ö51 kodlu öğrenci “Model, dersin canlı olarak yapılmayıp, sisteme yüklenen videolar izlenerek konunun kavranmaya çalışılması, yapılan canlı derslerde ise yüklenen videolar ile konunun anlaşılıp anlaşılmadığının tespit edildiği yöntem.” şeklinde görüşlerini ifade ederek STYS’nin derse hazırlıklı gelme bakımından önemi- ne vurgu yapmışlardır. Sanal sınıftaki süreç temasına ilişkin öğrenciler genellikle sınıfta uygulama yapılmasına vurgu yapmışlardır. Bununla ilgili olarak

Ö62 kodlu öğrenci “Model, bilgiyi kendi başımıza öğrenip, öğrendiklerimizi sınıfta uygulamamız için fırsat sunan metottur.” diyerek STYS'nin öğrencinin kendi öğrenme sorumluluğunu aldığı bir yöntem olduğunu ve sınıfta uygulamaya yapmayı içerdiğini vurguladığı görülmektedir. Öğrenciler temasına ilişkin en yüksek frekans öğrencinin aktif katılımının sağlanması koduna aittir. Ö11 kodlu öğrencinin “Öğrencinin aktif katıldığı bir ders yöntemi.”, Ö27 kodlu öğrencinin “Model derslerin önceden kaydedilmesi ile her öğrencinin kendi öğrenme tarzlarında öğrenmelerini sağlar.” şeklindeki görüşleri öğrencilerin genel anlamda STYS hakkında olumlu düşündükleri şeklinde yorumlanabilir. Zira sadece 2 öğrenci bu konuda “Kararsızım.” (Ö46) ve “Bilgi edinmedim.” (Ö69) şeklinde görüş bildirmişlerdir. Yöntem-teknik temasına ilişkin en yüksek frekansa sahip kod STYS'nin öğretmenlik deneyimi sağlamasıyla ilgilidir. Buna örnek olarak Ö47 kodlu öğrencinin “Etkili bir yöntem olduğunu düşünüyorum.” görüşü verilebilir.

“Sınıf öğretmenliği lisans programı öğrencileri STYS modelinin avantajları hakkında ne düşünmektedir?” alt problemine ilişkin bulgular Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo 3. Öğrencilere göre STYS Modelinin avantajları.

Temalar	Kodlar	frekans (f)
Teknoloji	Teknolojinin kullanılması	4
Sanal Sınıf Dışındaki Süreç	Öğrencinin işlenecek konuya önceden çalışabilmesi	12
Sanal Sınıftaki Süreç	Ders süresinin etkin kullanılması	22
	Derse hazırlıklı gelinmesi	7
	Uygulama deneyimi kazandırması	6
	Daha çok soru sorma fırsatı sağlaması	2
	Okulda güzel vakit geçirilmesi	1
	Farklı etkinliklerin yapılması	2
Öğrenciler	Öğrencinin kendi hatasını fark edebilmesi	1
	Öğrencinin beceri gelişimini desteklemesi	2
	Öğrencinin kendi hızıyla ve yöntemiyle öğrenmesi	14
	Öğrencinin kendini ifade edebilmesi	1
	Öğrencinin sürece aktif katılabilmesi	11
	Öğrenimin kalıcı olması	3
	Güzel olması	1
	Birçok avantajının olması	1
	Avantajının olmaması	2
	Kararsızım	3

Öğrencilerin cevapları arasında birden fazla tema veya kod bulunabilmektedir. Bu durumda açıklanan her tema ve kod ayrı ayrı olarak frekansa dâhil edilmiştir.

Teknoloji temasına ilişkin Ö58 kodlu öğrencinin “Bilim ve teknoloji alanındaki gelişmeleri yakından takip eder.” görüşü örnek olarak verilebilir. Sanal sınıf

dışındaki süreç temasına ilişkin en yüksek frekans STYS'nin öğrencinin işlenecek konuya önceden çalışabilmesini sağladığına ilişkindir. Ö5 kodlu öğrencinin “Öğrenci işlenecek konuya çalışarak derse geldiği için konuyu daha rahat algılar.” ve Ö41 kodlu öğrencinin “İşlenecek konuya öğrenciler hazırlıklı oldukları için bu yönüyle sınıfta zaman kazandırması bir avantajdır.” görüşleri buna örnek olarak verilebilir. Sanal sınıftaki süreç temasına ilişkin en yüksek frekansa sahip olan kod STYS'nin uygulama deneyimi kazandırmasına yöneliktir. Bu görüşle ilgili olarak Ö3 kodlu öğrencinin “Ders süresini etkin kullanabiliyoruz.” ve Ö12 kodlu öğrencinin “Öğretmen olmadan ders anlatma deneyimi yaşıyoruz.” ifadeleri örnek olarak verilebilir. Öğrenciler temasında en yüksek frekansa öğrencinin kendi hızıyla ve yöntemiyle öğrenmesi kodu sahiptir. Bu görüşle ilgili olarak Ö27' kodlu öğrencinin “Her öğrencinin kendine öğrenme şeklinde öğrenmesini sağlaması avantajdır.”, Ö66 kodlu öğrencinin “Öğrencilerin derse etkin katılımını sağlar. Daha kalıcı öğrenmelerin edinilmesine yardımcı olur.”, Ö64 kodlu öğrencinin “Güzel”, Ö45 kodlu öğrencinin “Birçok avantajı var.” ifadeleri örnek olarak verilebilir. Öğrenciler temasında STYS'nin avantajı olmadığını ifade eden sadece 2 ve kararsız olan 3 öğrenci bulunmaktadır. 72 öğrencinin katıldığı bir çalışmada sadece 5 öğrencinin bu şekilde düşünmesi STYS modelinin çoğunlukla benimsendiğini ve avantajlarının çok fazla olduğu şeklinde yorumlanabilir.

“Sınıf öğretmenliği lisans programı öğrencileri STYS modelinin dezavantajları hakkında ne düşünmektedir?” alt problemine ilişkin bulgular Tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 4. Öğrencilere göre STYS Modelinin dezavantajları.

Temalar	Kodlar	frekans (f)
Teknoloji	Bilgisayarı olmayanlar için sorun oluşturması	4
	Dijital kaynaklara erişimin zor olması	4
Sanal Sınıf Dışındaki Süreç	Sorulara ders videosunun izlendiği anda yanıt bulunamaması	13
	Videonun izlenmemesi halinde dersin anlaşılması	7
	Öğrencinin zaman kontrolünü yapamaması	9
	Videonun öğrenci için sıkıcı olabilmesi	1
	Daha fazla ödev ve proje yapılması	1
Sanal Sınıftaki Süreç	Ders süresinin daha uzun olması	4
Öğrenciler	Öğrencinin dikkatini toplayamaması	2
	Öğrencinin notunda düşüş yaşanabilmesi	1
	Stres ve kaygı yaşanması	1
	Modelin iyi anlaşılması	1
Öğretmen	Zahmetli olması	4
	Videoların hazırlanmasında fazla dikkat gerektirmesi	1
Diğer	Dezavantajının olmaması	23
	Fikrim yok	3

Öğrencilerin cevapları arasında birden fazla tema veya kod bulunabilmektedir. Bu durumda açıklanan her tema ve kod ayrı ayrı olarak frekansa dâhil edilmiştir.

STYS modelinin dezavantajlarıyla ilgili olarak Teknoloji temasında Ö5 kodlu öğrenci “Bilgisayarı olmayanlar ve internet hızları düşük olanlar için zor bir durumdur.” ve Ö15 kodlu öğrenci “Dijital imkânlardan yoksun öğrenciler ders kayıtlarına ulaşamaz.” şeklinde görüş bildirerek teknolojik donanım eksikliğinin modelin kullanılmasında bir engel olabileceğini belirtmişlerdir. Sanal sınıf dışındaki süreç temasına ilişkin en yüksek frekansa sahip kod sorulara ders videosunun izlendiği anda yanıt bulunamamasıdır. Bunu Öğrencinin zaman kontrolünü yapamaması izlemektedir. STYS'nin dezavantajlarıyla ilgili olarak Ö14 kodlu öğrencinin “Anında soru sorma ihtimalinin olmaması belki bir dezavantaj yaratabilir düşüncesindeyim.”, Ö16'nın “Öğrenci dersten önce kaynaklara göz atmazsa dersi hiç işlememiş olur.” ve Ö28 kodlu öğrencinin “Ders anında soru sorulmaması bence bu yöntemin dezavantajı.” görüşleri örnek verilebilir.

STYS öğrenme sorumluluğunu öğrenciye bıraktığından kendi öğrenme sorumluluğuna ve özyeterliliğine sahip olmayan öğrenci gruplarında bu modelin kullanımı uygun olmayabilir. Sanal sınıftaki süreç temasında Ö3 kodlu öğrencinin “Bazen diğer derslerden ötürü izlemeye zamanımız yetişmeyebiliyor, ders süresi uzuyor ve hafta sonlarımızı bu derslere ayırıyoruz.” görüşü; Öğrenciler temasında Ö36 kodlu öğrencinin “Öğrencilerin evde ortamı olmayabilir dikkatini toplamada zorlanabilir” görüşü dezavantaj olarak karşımıza çıkmaktadır. Öğretmen temasına ilişkin dezavantajlara örnek olarak Ö19 kodlu öğrencinin “Öğretmenin hazırlayacağı ders sunumları öğretmenin vaktinden çalabilir. Böylece 1 saatlik konu anlatımı ders, sunum hazırlanmalarından dolayı öğretmen için bir saatten daha fazla zaman alabilir.” ve Ö21 kodlu öğrencinin “Akademik not ortalamasını etkilediği için daha önce öğretmenlik deneyimi bulunmayan adayların notlarında düşüş yaşanması.” ifadeleri örnek olarak verilebilir. Ancak genel anlamda STYS'nin dezavantajlı olduğunu ifade eden öğrenci görüşleri az sayıdadır.

“Sınıf öğretmenliği lisans programı öğrencilerinin uzaktan eğitimle yürütülen Çevre Eğitimi dersinin STYS Modeli ile işlenmesi hakkında ne düşünmektedir?” alt problemine ilişkin bulgular Tablo 5'te sunulmuştur.

Tablo 5. Öğrencilerin Çevre Eğitimi dersinin STYS Modeli ile işlenmesine ilişkin düşünceleri.

Temalar	Kodlar	frekans (f)
Olumlu	Faydalı olması	33
	Düşünceler	
	Eğlenceli olması	2
	Öğretici olması	10
	Ders saatinin verimli kullanımını sağlaması	11
	Derse hazırlaması	2
	Öğretmenin çok emek vermesi	1
	Arkadaşlarını tanımaya yardımcı olması	1
	Çevre Eğitimi için uygun olması	7
	Öğrenmeyi kolaylaştırması	1
	Farklı deneyimler kazandırması	9
	Yaşayarak öğretmesi	2
	Çalışma planı oluşturmayı sağlaması	3
	Dersi tekrar dinleme fırsatı sağlaması	4
	Aktif katılım sağlaması	2
Olumsuz	TYS tercih edilmemeli	3
Düşünceler	Bazı videoların uzun olması	1
	Öğrenciler açısından yorucu olması	1
	Dikkat çekici olmaması	1
Diğer	Görüşüm yok	2

Öğrencilerin cevapları arasında birden fazla tema veya kod bulunabilmektedir. Bu durumda açıklanan her tema ve kod ayrı ayrı olarak frekansa dâhil edilmiştir.

Çevre Eğitimi dersinin STYS modeli ile işlenmesine ilişkin olarak Olumlu düşünceler temasındaki kodların frekansı olumsuz görüşlere göre çok daha fazladır. Olumlu düşünceler temasına ilişkin Ö4 kodlu öğrencinin “Bence çok eğlenceli ve öğretici olup sınıf arkadaşlarımızı da tanıma fırsatımız oldu.”, Ö15 kodlu öğrencinin “Bu model sayesinde ders planımı oluşturup kendime uygun olan zamanda dinledim, anlamadığım kısımları tekrar tekrar dinledim”, Ö28 kodlu öğrencinin “Benim için iyi bir deneyim oldu” ve Ö62’nin “Derse hazırlıklı girmemiz açısından iyi bir sistemdi.” görüşleri örnek olarak verilebilir. Olumsuz düşünceler temasında bazı videoların uzun olması, öğrenciler için yorucu olması ve dikkat çekici olmaması olmak üzere 3 kod bulunmaktadır. Ö1 kodlu öğrencinin “Böyle işlenmemesini tercih ederdim.”, Ö22 kodlu öğrencinin “Verimliydi ama pek dikkat çekici olmadı.” ve Ö56 kodlu öğrencinin “Çok olumsuz bakıyorum. Öğrencileri yoran bir sistem oldu bence.” görüşleri örnek olarak verilebilir. STYS modeli hakkında sadece üç öğrencinin olumsuz görüş beyan etmesi öğrencinin kişisel özellikleri veya şartlarından kaynaklı olabilir.

“Sınıf Öğretmenliği lisans öğrencilerinin STYS modelinin öğretmenlik hayatlarına katkısıyla ilgili düşünceleri nelerdir?” alt problemine ilişkin bulgular Tablo 6’da sunulmuştur.

Tablo 6. Öğrencilerin STYS Modelinin öğretmenlik hayatlarına katkısıyla ilgili düşünceleri.

Temalar	Kodlar	frekans (f)
Katkı Sağlayacağına Dair Görüşler	Katkı sağlaması	69
	Konuyla ilgili etkinliklerin iyi olması	1
	İlerleyen teknolojiye uygun olması	1
	Öğretmenlik kariyerinde faydalı bir model olması	3
	Öğrencilerin aktif katılımını sağlaması	1
	Salgın vb. durumlarda katkı sağlaması	1
Katkı Sağlamayacağına Dair Görüşler	Katkı sağlamaması	3

Öğrencilerin cevapları arasında birden fazla tema veya kod bulunabilmektedir. Bu durumda açıklanan her tema ve kod ayrı ayrı olarak frekansa dâhil edilmiştir.

STYS modelinin öğrencilerin ilerideki meslek hayatlarına katkısıyla ilgili olarak 69 öğrenci katkı sağlayacağına dair görüş beyan etmiştir. Ö14 kodlu öğrencinin “Katkı sağlıyor.”, Ö19 kodlu öğrencinin “Öğrencilerimin hepsine ulaşabileceğim bir altyapımız olduğu müddetçe öğretmenlik hayatıma katkı sağlayacağını düşünüyorum.” ve Ö49 kodlu öğrencinin “Evet, bu tür salgın durumlarında uygulanabilecek faydalı yöntemlerden biri.” görüşleri örnek olarak verilebilir. STYS modelinin öğrencilerin ilerideki meslek hayatlarına katkı sağlamayacağına dair görüşlerin frekansı sadece üçtür. Bu konuyla ilgili olarak Ö29 kodlu öğrencinin “Açıkçası pek öğretmenliğe katkı sağlayacağını düşünmüyorum.” ve Ö56 kodlu öğrencinin “Katkı sağlamayacak” görüşleri örnek olarak verilebilir. Bu sonuç STYS modelinin büyük oranda öğrenciler tarafından faydalı görüldüğü ve öğrencilerin bu modeli ileride meslek hayatlarına katkı sağlayacak bir alternatif olarak düşündükleri şeklinde yorumlanabilir.

“Sınıf öğretmenliği lisans programı öğrencileri STYS modelinin kullanımının uygun olduğu dersler hakkında ne düşünmektedir?” alt problemine ilişkin elde edilen bulgular Tablo 7’de sunulmuştur.

Tablo 7. Öğrencilerin STYS Modelinin hangi derslerde uygulanabileceğine dair görüşleri

Temalar	Kodlar	frekans (f)
Uygulanabilir	Her ders için uygun olması	14
	Birçok ders için uygun olması	1
	Sayısal dersler için uygun olması	10
	Sözel dersler için uygun olması	20
	Uygulamalı dersler için uygun olması	5
	Teorik dersler için uygun olması	11
Uygulanamaz	Her ders için uygun olmaması	18
	Sözel dersler için uygun olmaması	2
	Sayısal dersler için uygun olmaması	13
Diğer	Fikrim yok	1

Öğrencilerin cevapları arasında birden fazla tema veya kod bulunabilmektedir. Bu durumda açıklanan her tema ve kod ayrı ayrı olarak frekansa dâhil edilmiştir.

STYS modelinin derslerde uygulanabilir olması temasına ilişkin kodların frekansı yüksek olup Ö2 kodlu öğrencinin “Birçok ders için uygulanabilir.”, Ö14 kodlu öğrencinin “Matematik, fizik gibi işlem gerektiren sayısal derslerde çok da uygun olacağını düşünmüyorum. Sözel dersler içinse doğru uygulandığı takdirde biçilmez bir kaftan bence.”, Ö50 kodlu öğrencinin “Her ders için farklı farklı uygulanabilir.” ve Ö51 kodlu öğrencinin “Uygulamalı derslerde daha uygun olacağını düşünüyorum.” görüşleri örnek olarak verilebilir. Ancak STYS modelinin her ders için uygun olmadığını düşünen öğrencilerin frekansı da 18 olup yüksek olduğu söylenebilir. Uygulanamaz temasına ilişkin Ö4 kodlu öğrencinin “Hayır, her ders için uygun değildir.”, Ö15 kodlu öğrencinin “Her ders için elbette uygun değil. Özellikle sayısal derslerin bu modele uygun olmadığını düşünüyorum.” ve Ö35 kodlu öğrencinin “Her ders için uygun olduğunu düşünmüyorum ama daha çok sayısal derslerde etkili olabilir.” görüşleri örnek olarak verilebilir. Bu durum öğrencilerin STYS modelini faydalı bulsa da her ders için uygulanamayacağını düşünmelerinde kaynaklı olabilir.

“Sınıf öğretmenliği lisans programı öğrencileri öğretmen olduklarında STYS modelini kullanma durumları hakkında ne düşünmektedir?” alt problemine ilişkin elde edilen bulgular Tablo 8’de sunulmuştur.

Tablo 8. Öğrencilerin öğretmen olduklarında STYS Modelini kullanma durumları hakkındaki görüşleri

Temalar	Kodlar	frekans (f)
Olumlu Görüşler	Kullanılmalı	41
	Etkinlikler için kullanılmalı	1
	3. ve 4. sınıf öğrencileri için kullanılmalı	2
	Hızlı ve yavaş öğrenen öğrenciler için kullanılmalı	1
	Hazırlık gerektiren konular için kullanılmalı	5
	Uygulama odaklı dersler için kullanılmalı	1
	Teknolojiden faydalanmak için kullanılmalı	4
	Bazı konularda kullanılmalı	9
	Disiplin kazandırma açısından kullanılmalı	1
	Etkili bir ders için kullanılmalı	1
	Daha basit haliyle kullanılmalı	1
	Olumsuz Görüşler	Kullanılmamalı
İlkokul için uygun değil		5
Diğer	Kararsızım	3

Öğrencilerin cevapları arasında birden fazla tema veya kod bulunabilmektedir. Bu durumda açıklanan her tema ve kod ayrı ayrı olarak frekansa dâhil edilmiştir.

Sınıf öğretmenliği lisans programı öğrencileri öğretmen olduklarında STYS modelini kullanma durumları hakkında Olumlu görüşler temasına ilişkin frekanslar yüksektir. Bu konuda Ö2 kodlu öğrencinin “Kullanmayı düşünüyorum çünkü öğrencilerin bu şekilde daha iyi şekilde anlayacağına inanıyorum.”, Ö7 kodlu öğrencinin “Kullanacağım. Çünkü bir öğrenci bir şeyi belki daha hızlı anlayacakken onun zamanından almam ya da başka bir öğrenci onu öğrenmeden konu bittiği için geçmesini istemem”, Ö17 kodlu öğrencinin “Evet kullanmayı düşünüyorum. Teknolojiden faydalanabilirim.” ve Ö57’nin “Evet düşünüyorum. Öğrencilerin disiplin kazanması açısından ev çalışmalarını arttırıp sınıf içinde derse katılımı arttırmanın yararlı olacağını düşünüyorum.” görüşleri örnek olarak verilebilir. Sınıf öğretmenliği lisans programı öğrencileri öğretmen olduklarında STYS modelini kullanma durumları hakkında Olumsuz görüşler temasına ilişkin frekanslar nispeten düşüktür. Olumsuz görüşler temasına ilişkin Ö15 kodlu öğrencinin “İlkokul öğretmeni olarak ilk kademe öğrencilerime yeterince verimli bir model olacağını düşünmüyorum” ve Ö35 kodlu öğrencinin “Pek düşünmüyorum.” görüşleri örnek olarak verilebilir.

TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada sınıf öğretmenliği lisans programı öğrencilerinin Çevre Eğitimi dersinde Sanal Ters Yüz Sınıf (Flipped Classroom) modeline ilişkin görüşleri incelenmiştir. Bu kapsamda yarı yapılandırılmış görüşmelerle öğ-

rencilerin STYS modeline ilişkin açıklamaları, STYS modelinin avantajları ve dezavantajlarına ilişkin görüşleri, öğrencilerin Çevre Eğitimi dersinin STYS ile işlenmesine ilişkin görüşleri, STYS modelinin öğretmenlik hayatlarına katkısı, öğrencilere göre STYS modelinin uygun olduğu dersler ve öğrencilerin meslek hayatlarında STYS modelini kullanmaya dair görüşleri belirlenmiştir.

Araştırmada sınıf öğretmenliği lisans programı öğrencileri STYS modelini çeşitli şekillerde açıklamışlardır. Bulgular incelendiğinde, öğrencilerin (f= 39) STYS modelini ağırlıklı olarak “sanal sınıf dışındaki süreç” teması altında yer alan “konunun dersten önce öğrenilmesi” kodu çerçevesinde açıkladığı görülmektedir. Benzer şekilde Roach (2014) çalışmasında modelin genellikle videolar ile yani sınıf dışı süreçte gerçekleşen çalışmalarla açıklandığını ancak modeldeki en önemli noktanın sınıf içinde gerçekleşen uygulamalar olduğunu vurgulamıştır.

Sınıf öğretmenliği lisans programı öğrencileriyle yapılan görüşmelerde STYS modelinin çeşitli avantajları ve dezavantajları belirlenmeye çalışılmıştır. Belirtilen avantajlar arasında sanal sınıftaki süreç (f= 40) ön plana çıkarken, dezavantajlar arasında sanal sınıf dışındaki süreç (f= 31) ön plana çıkmıştır. Mutlu ve Aydın (2018) yaptıkları çalışmada Fen Bilgisi öğretmen adaylarının modele ilişkin görüşlerini incelemişler ve sınıf öğretmenliği lisans programındaki öğrencilere benzer şekilde Fen Bilgisi öğretmen adaylarının da modelin faydalarını çeşitli şekillerde açıkladıklarını tespit etmişlerdir. Modelin faydalarıyla ilgili Fen Bilgisi öğretmen adaylarının görüşlerinde “uygulama ve deneyler için zaman kazandırma” kodu ön planda iken, Sınıf Öğretmenliği öğrencilerinde “ders süresinin etkin kullanılması” kodunun ön plana çıktığı belirlenmiştir. Her iki görüşün de birbirini desteklediği söylenebilir. Bu araştırmanın sonuçlarına benzer şekilde Tomory ve Watson (2015) yaptıkları çalışmada TYS modelinin avantajlarının yanında “öğrencilerin ders materyallerine erişmesi, ders materyallerinin düzenlenmesi, öğrencilerin ve öğretmenlerin sürece aktif katılamaması” gibi dezavantajlarının da bulunduğunu ortaya koymuşlardır.

Bu araştırmada sınıf öğretmenliği lisans programı öğrencilerinden Çevre Eğitimi dersinin STYS ile işlenmesine dair görüş alınmıştır. Öğrencilerin birçoğu (f= 88) dersin STYS modeli ile işlenmesine dair olumlu görüş belirtmişlerdir. TYS modelinin kullanıldığı lisans programı öğrencileriyle yapılan çalışmalar incelendiğinde modelin öğrencilere farklı açılardan katkı sağladığı ve öğrenciler tarafından benimsendiği görülmüştür (Das ve Sarkar, 2015; Pannabecker vd., 2014).

Araştırmaya katılan sınıf öğretmenliği lisans programı öğrencilerinin birçoğu (f= 76) STYS modelinin meslek yaşantılarında kendilerine katkı sağlayacağını belirtmişlerdir. Kahramanoğlu ve Şenel (2018) yaptıkları çalışmada TYS modeli-

nin öğrenciler tarafından sevildiği, eğlenceli bulunduğu; öğrencilerin model ile konuyu daha iyi anladığı ve model aracılığıyla daha çok derse katıldıkları bulgusunu elde etmiştir. Bu bulgu çerçevesinde değerlendirildiğinde STYS modelinin öğretmen adaylarına meslek hayatlarında katkı sağlayacağı söylenebilir.

Araştırmada sınıf öğretmenliği lisans programı öğrencilerinin birçoğu ($f= 20$) STYS modelinin sözel dersler için uygun olabileceğini belirtirken bir kısmı ($f= 10$) sayısal, bir kısmı ($f= 16$) ise uygulamaya/teoriğe dayalı dersler için uygun olabileceğini söylemiştir. Modelin yer verildiği çalışmalar incelendiğinde ağırlıklı olarak matematik, yabancı dil, mühendislik ve tıp alanlarında kullanıldığı görülmektedir (Aydın ve Demirer, 2016). Bu çalışmalar, modelin sayısal ve uygulamaya dayalı derslerde kullanılabileceğine yönelik görüş belirten öğrencilerin düşünceleriyle uyum göstermektedir.

Araştırmada sınıf öğretmenliği lisans programı öğrencilerinin birçoğu ($f= 67$) STYS modelini öğretmen olduklarında kullanacaklarına dair olumlu görüş belirtmiştir. Ancak bazı öğretmen adayları ($f= 5$) STYS modelinin ilkokul düzeyi için uygun olmadığını belirtmiştir. Yapılan çalışmalar modelin farklı sınıf düzeylerinde kullanılabildiğini göstermektedir. Bösner ve diğerleri (2015) ilkokul öğrencileriyle, Çakır ve Yaman (2017) ortaokul öğrencileriyle, Das ve Sarkar (2015) ile Pannabecker vd. (2014) ise lisans programı öğrencileriyle yaptıkları çalışmalarda modeli kullanmışlardır.

Sonuç olarak öğrencilerin STYS modelini farklı ifadeler ile açıkladığı ve ifadelerin genellikle STYS modelini oluşturan özellikler etrafında toplandığı, öğretmenlik hayatlarında kullanabilecekleri düzeyde öğrendikleri ve benimsedikleri, literatürde yapılan çalışmaların aksine ağırlıklı olarak sözel dersler için uygun buldukları, bunun yanında çeşitli dezavantajlar barındırsa da sağladığı avantajlar ile öğrencilere farklı derslerde kullanabilecekleri örnek bir model olduğu söylenebilir. Yapılan araştırma ile öğrencilerin STYS modeline ilişkin çeşitli bilgiler edindikleri, modele yönelik olumlu düşünceler besledikleri ve bu düşünceleri öğretmenlik hayatlarında gerçekleştirecekleri uygulamalar ile destekleyecekleri söylenebilir.

Bu araştırmada çalışma grubu olarak Sınıf Öğretmenliği lisans programı öğrencileri seçilmiş olup, STYS modeli Çevre Eğitimi dersi kapsamında ele alınmıştır. Modelin gerek öğretmen yetiştiren fakültelerde gerekse diğer eğitim kurumlarında çeşitli çalışma grupları ile farklı derslerde kullanılması önerilmektedir. Literatür incelendiğinde STYS modelinin ağırlıklı olarak sayısal ve uygulamaya dayalı derslerde kullanıldığı görülmüştür. Modelin sözel derslerde kullanılmasının literatürdeki açığı kapatmak adına faydalı olacağı düşünülmektedir. Ayrıca bu araştırmada öğrenciler ağırlıklı olarak modelin öğretmenlik hayatlarına katkı sağlayacağını belirtmiştir. Öğretmenler ile STYS modeline ilişkin gerçekleştirilecek olan çalışmalarda bu görüşün incelenmesi önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Aydın, B., & Demirer, V. (2016). Flipping the drawbacks of flipped classroom: Effective tools and recommendations. *Journal of Educational and Instructional Studies in the World*, 6(1), 33-40.
- Bösner, S., Pickert, J., & Stibane, T. (2015). Teaching differential diagnosis in primary care using an inverted classroom approach: student satisfaction and gain in skills and knowledge. *BMC Medical Education*, 15(1), 1-7.
- Çakır, E. & Yaman, S. (2017). Fen bilimleri dersinde ters yüz sınıf uygulamalarının öğrencilerin fen başarıları ve zihinsel risk alma becerilerine etkisi. *Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*, 5(2), 130-142.
- Çelik, H. C., & Kahyaoglu, M. (2007). İlköğretim öğretmen adaylarının teknolojiye yönelik tutumlarının kümeleme analizi. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 5(4), 571-586.
- Das, B., & Sarkar, C. (2015). An innovative flipped class intervention to improve dose calculation skills of phase I medical students: A preliminary study. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 182, 67-74.
- Erbaş, Y. H. (2021). Covid-19 salgını döneminde eğitim: İlkokuma yazma öğretiminde karşılaşılan sorunlar ve çözüm önerileri. *Ana Dili Eğitimi Dergisi*, 9(2), 360-380.
- Erten, S., Köseoğlu, P. & Gök, B. (2022). Environmental education in science teaching programs: The case of Turkey, Canada, America. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 63, 220-246.
- Flipped Learning Network. (2014). The four pillars of F-L-I-P™. Retrieved from www.flippedlearning.org/definition.
- Gençer, B.G. Gürbulak, N., & Adıgüzel, T. (2014). Eğitimde yeni bir süreç: Ters-Yüz sınıf sistemi. *International Teacher Education Conference*, 5(6), 881-888.
- Ismail, S.S., & Abdulla, S.A. (2019). Virtual flipped classroom: new teaching model to grant the learners knowledge and motivation. *Journal of Technology and Science Education*, 9(2), 168-183.
- Julia, J., Afrianti, N., Soomro, K. A., Supriyadi, T., Dolifah, D., Isrokatun, I., Erhamwilda, E., & Ningrum, D. (2020). Flipped classroom educational model (2010-2019): A bibliometric study. *European Journal of Educational Research*, 9(4), 1377-1392
- Kahramanoğlu, R., & Şenel, M. (2018). İlkokul İngilizce dersinde ters yüz sınıf (flipped classroom) modeli uygulamasının değerlendirilmesi. *Disiplinlerarası Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 2(3), 28-37.
- Kutluca, T., Birgin, O. & Çatlıoğlu, H. (2007). Öğretimde planlama ve değerlendirme dersi uygulama etkinliklerinin öğretmen adaylarına sağladığı faydalar. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20(1), 89-110.

- Long, T., Logan, J., & Waugh, M. (2016). Students' perceptions of the value of using videos as a pre class learning experience in the flipped classroom. *TechTrends*, 60(3), 245-252.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded Sourcebook*. (2nd ed). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Munır, M.T., Baroutiana, S., Young, B.R., & Carter, S. (2018). Flipped classroom with cooperative learning as a cornerstone. *Education for Chemical Engineers*, 23, 25-33.
- Muşlu Kaygısız, G. (2020). İlköğretim fen ve okul öncesi eğitim programlarındaki kazanımların çevre eğitimi açısından incelenmesi. *Uluslararası Erken Çocukluk Eğitimi Çalışmaları Dergisi*, 5(1), 29-47.
- Mutlu, O., & Aydın, G. (2018). *Fen Bilgisi öğretmen adaylarının ters yüz sınıf modeli farkındalıkları ve hazırladıkları sınıf dışı içerikleri yönelik görüşleri*. 2. Uluslararası Uzaktan Öğrenme ve Yenilikçi Eğitim Teknolojileri Konferansı. 210-218.
- Noss, R. & Baki, A. (1996). Liberating school mathematics from procedural view. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12, 179-182.
- Özbay, Ö., & Sarıca, R. (2019). Ters yüz sınıfa yönelik gerçekleştirilen çalışmaların eğilimleri: Bir sistematik alanyazın taraması. *Ahi Evran Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 5(2), 332-348.
- Pannabecker, V., Barroso, C. S., & Lehmann, J. (2014). The flipped classroom: Student-driven library research sessions for nutrition education. *Internet Reference Services Quarterly*, 19(3-4), 139-162. doi: 10.1080/10875301.2014.975307
- Roach, T. (2014). Student perceptions toward flipped learning: New methods to increase interaction and active learning in economics. *International Review of Economics Education*, 17, 74-84. doi: 10.1016/j.iree.2014.08.003
- Tomory, A., & Watson, S. L. (2015). Flipped classrooms for advanced science courses. *Journal of Science Education and Technology*, 24(6), 875-887. doi: 10.1007/s10956-015-9570-8
- Ürey, M. & Aydın M. (2014) İlköğretim fen ve teknoloji dersi programında yer alan çevre konularına yönelik bir program analizi, *e-Kafkas Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 1(2), 7-20.
- Veres, S., & Muntean, A.-D. (2021). The Flipped classroom as an instructional model. *Romanian Review of Geographical Education*, 10(1), 56-67. doi: 10.24193/RRGE120214
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2018). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin.
- Yıldırım, G. (2022). 2015 ve 2018 Hayat Bilgisi öğretim program kazanımlarının taksonomik incelenmesi. *Milli Eğitim Dergisi*, 51(233), 665-687. doi: 10.37669/millegitim.793390
- Zownorega, S. J. (2013). *Effectiveness Of Flipping The Classroom In A Honors Level, Mechanics Based Physics Class*. Masters Theses. Eastern Illinois University. Illinois.



Bölüm 4

ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN MATEMATİK DERSİNDE KULLANILAN EBA'YA (EĞİTİM BİLİŞİM AĞI) İLİŞKİN ALGILARININ METAFOR ARACILIĞIYLA BELİRLENMESİ

Elif ERTEM AKBAŞ¹

Sude YİĞİT²

1 Doç. Dr., Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Orta Öğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Bölümü, Matematik Eğitimi Anabilim Dalı, e-mail: eertema@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4004-1697>

2 Yüksek Lisans Öğrencisi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Matematik Eğitimi Anabilim Dalı, e-mail: sudeygt11@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9085-471X>

GİRİŞ

Geçmişten günümüze kadar öğrencilerin daha başarılı öğrenme çıktılarına ulaşmaları için kullanılan çeşitli öğrenme-öğretme kuram ve stratejilerinin, teknoloji kullanımı ile desteklenmediğinde tek başına yetersiz kaldığı görülmektedir (Ertürk, 2008). Diğer taraftan, teknolojinin hızla gelişmesiyle birlikte iş dünyası, eğitim, iletişim ve diğer birçok alanda değişimler yaşanmaktadır. Bu değişimlere uyum sağlanabilmesi için bireylerden beklenen yetkinlikler de değişmektedir. Bu nedenle bireylerin sürekli olarak yetkinliklerini güncellemesi ve geliştirmesi gerekmektedir. Dolayısıyla teknolojinin, diğer birçok alana olduğu gibi eğitim alanına da sunduğu katkılar ve gerektirdiği yenilikler eğitim-öğretimde teknoloji kullanımının önemini vurgulamayı gerekli kılmaktadır. Buna ek olarak, bilişim teknolojilerinin derslerde kullanılması eğitimin kalitesini olumlu yönde etkilemektedir (Ersoy, 2010).

Teknolojinin eğitim alanına sunduğu katkılar, matematik öğretimi alanında da kendini göstermektedir. Özellikle bilgisayar teknolojisinin sürekli gelişmesi, matematik öğretiminde kullanılan yazılımların kalitesini ve çeşitliliğini artırmaktadır. Bu durum, matematik öğretiminde daha etkili ve verimli yöntemlerin kullanılmasına olanak sağlamaktadır. Baki (2001), matematik öğretiminde teknoloji kullanımının, öğrencilerin matematiksel yapıları anlamlandırmalarında önemli rol oynadığını öne sürmektedir. Matematik öğretiminin etkili olması ve öğrencilerin derinlemesine anlamalarını sağlamak için çeşitli duyuşal girdilere başvurulması gerekliliği, Göksu'nun (2020) çalışmasında da vurgulanmıştır. Teknoloji destekli öğrenme ortamlarının oluşturulması, bu duyuşal girdilerin temin edilmesine katkıda bulunabilir. Diğer taraftan teknolojinin öğrenme ortamlarına entegre edilmesi, öğrencilerin soyut matematik kavramlarını somutlaştırmasına ve akademik başarılarının artmasına katkı sağlamaktadır (Seferoğlu, 2004).

Çağın gereksinimlerine uygun olarak eğitim kurumlarını güncelleme ihtiyacı, eğitimde teknoloji politikalarının geliştirilmesine zemin hazırlamıştır (Tekin ve Polat, 2014). Milli Eğitim Bakanlığı, teknoloji destekli eğitime yönelik gerçekleştirdiği çalışmalarla eğitim alanındaki ilerlemelere ışık tutmaktadır. Bu çalışmalardan biri olan eğitimde Fırsatları Artırma ve Teknolojiyi İyileştirme Hareketi (FATİH Projesi), 2012 yılında hayata geçirilmiştir. Bu proje, bilişim teknolojileri araçlarının öğrenme-öğretme sürecinde daha etkin bir şekilde kullanılmasıyla eğitimde fırsat eşitliğini sağlamayı ve okullardaki teknolojik altyapıyı iyileştirmeyi amaçlamaktadır (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2018). Projenin birçok bileşeni bulunmaktadır. Bu bileşenlerden biri olan “e-İçeriğın Sağlanması”, EBA'nın (Eğitim Bilişim Ağı) yayına girmesiyle sunulmuştur. EBA Portalı, çeşitli modüller içermekte olup, video, e-dergi, e-kitap, görsel, ses gibi farklı içerikleri barındırmaktadır (MEB, 2012).

Öğretmenlerin EBA'yı matematik derslerinde nasıl kullandığını inceleyen araştırmalar, dijital eğitim platformlarının matematik öğretimindeki rolünü ve etkisini anlamak için önemlidir. Kabapınar ve İnanoğlu'nun (2023) çalışması, EBA'nın matematik derslerinde daha çok öğrencilerin öğrenme etkinliklerini belirlemek amacıyla dersin sonuç ve değerlendirme aşamasında kullanıldığını ortaya koymuştur. Diğer bir araştırma olan Kana ve Aydın'ın (2017) çalışması ise konu anlatımlı videolar, konu testleri, portallar, ders dokümanları ve önceki konuların tekrarı için EBA'yı kullandıklarını göstermiştir. Alabay'ın (2015) çalışması ise EBA'da öğretmenlerin en sık kullandıkları içeriklerin testler, görsel ve işitsel materyaller olduğunu, en az kullanılan içeriklerin ise eğitsel oyunlar, proje ve deney uygulamaları olduğunu belirtmektedir. Bolat (2016) tarafından yapılan çalışmada, ters yüz edilmiş sınıflarda EBA'nın eğitim amacıyla kullanılabilceği sonucuna ulaşırken, Arslan ve Kuzu (2019) ters yüz edilmiş sınıflarda EBA kullanımının akademik başarıyı olumlu yönde etkilediğini, öğrencilerin derse hazırlıklı gelmelerini sağladığını vurgulamıştır. Öte yandan, bazı çalışmalar EBA'nın matematik öğretiminde etkili bir araç olmasına rağmen, öğretmenlerin yeterince kullanmadığını veya kullanımında bazı zorluklarla karşılaştığını ortaya koymuştur (Çavuş ve Yorgancı, 2020).

Aktay ve Keskin (2016) çalışmalarında, EBA'nın ders, yarışma, uygulamalar, EBA dosya, e-kurs gibi birçok eğitsel içeriğe sahip olduğunu belirtirken, Ekici, Arslan ve Tüzün (2016) ise EBA içeriğine erişirken yaşanan zorlukların sebebinin ilgili içeriğin hangi kategori kapsamında yer aldığının bilinmemesinden kaynaklandığına dikkat çekmişlerdir. Ateş, Çerçi ve Derman (2015) tarafından gerçekleştirilen çalışmada EBA'da bulunan videolar incelendiğinde, videoların sınıflara eşit şekilde dağıtılmadığı, videoların süre bakımından oldukça kısa olduğu ve bazı videoların sınıf düzeylerine uygun olarak tasarlanmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu teknik geribildirimlerin yanı sıra Tutar'ın (2015), öğretmenlerin EBA hakkındaki bilgilerini ve platformu derslerinde ne sıklıkla kullandıklarını incelediği çalışmasında, öğretmenlerin EBA hakkında yeterli bilgiye sahip olmadıklarını ve platformu derslerinde sınırlı bir şekilde kullandıklarını ortaya koymuştur. Dündar ve Karaağaçlı (2019) tarafından yapılan çalışmada, öğretmenlerin EBA ile ilgili algılarının metaforlar aracılığıyla belirlenmesi sonucunda EBA'nın henüz tam olarak ihtiyacı karşılamadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Birçok araştırma, EBA'nın matematik öğretiminde öğrenci motivasyonunu artırdığını, öğrencilerin matematiğe olumlu tutum geliştirmelerine ve öğrenme süreçlerine olumlu katkılar sağladığını göstermektedir (Özbey ve Koparan, 2020; Tekin, 2019; Vahit, 2019; Kelismail, 2019). Ayrıca öğrencilerin EBA yoluyla interaktif içeriklerle etkileşime geçmesi, kavramları daha iyi anlamalarına (Ertem-Akbaş, 2019) ve sorgulama becerilerini geliştirmelerine (Güder, 2022) yardımcı olmaktadır.

Öğrencilerin EBA hakkındaki görüşlerini inceleyen araştırmalar, öğrencilerin dijital eğitim kaynaklarına nasıl yaklaştıklarını, bu kaynakların öğrenme süreçlerine etkisini ve öğrenci memnuniyetini değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Kayahan ve Özduran (2016), ortaokul öğrencilerinin EBA portalı ile ilgili hem olumlu hem de olumsuz düşüncelere sahip olduklarını belirtmiştir. Çalışmada öğrencilerin, EBA'nın ders içeriği sunma ve öğrenme süreçlerine destek olma konusunda önemli bir kaynak olduğunu düşündükleri ancak kullanım sırasında bazı teknik sorunlar yaşadıkları vurgulanmaktadır. Tüysüz ve Çümen (2016) ise ortaokul öğrencilerinin EBA'nın konuları pekiştirmede, sınavlara hazırlıkta ve konu tekrarlarında faydalı bir site olduğunu düşündüklerini ancak Kayahan ve Özduran'ın (2016) çalışmasını destekler nitelikte bazı teknik sorunlarla karşılaştıkları bulgularına ulaşmışlardır. Bahçeci ve Efe'nin (2018) yaptıkları çalışmanın sonuçlarına göre, 9. sınıf öğrencilerinin EBA kullanımına olumlu bir görüş geliştirdiği belirlenmiştir. Ancak, 12. sınıf öğrencilerinin içeriklerin zorluk düzeyini yeterli bulmadıkları ve içeriklerin lise öğrencilerinin yaşlarına uygun olmadığına yönelik bir görüş oluşturdukları tespit edilmiştir. Bu araştırmalar, öğrencilerin dijital eğitim kaynaklarına nasıl yaklaştıklarını ve bu kaynakların gerçek öğrenme süreçlerine nasıl entegre edilebileceğini anlamak için önemli bir rol oynamaktadır. Bu tür araştırmalar, dijital eğitim platformlarının ve kaynaklarının sürekli olarak geliştirilmesi ve iyileştirilmesi için önemli geri bildirimler sağlayabilir. Bu bağlamda, araştırmada öğrencilerin matematik derslerinde kullanılan EBA'ya ilişkin algılarının metaforlar yardımıyla belirlenmesi amaçlanmaktadır.

Metaforlar, insanın ileri düzeyde karmaşık, soyut veya kuramsal bir olguyu anlama ve açıklamada kullanılabilecek kapsamlı bir zihinsel araç olarak ele alınmaktadır (Yob, 2003). Metafor ile, anlatılmak istenilen kavram, onunla benzerliği olan farklı bir kavramla anlatılmaya çalışılır (Çelikten, 2006). Metaforlar bireyin deneyimleri temelinde yaptığı bir anlamlandırma ve benzetme sürecinin yorumlanması sonucunda elde edilen değerlendirmelerdir (Çoklar ve Bağcı, 2009). Bu çalışmada, ortaokul öğrencilerinin matematik derslerinde kullanılan EBA ile ilgili algılarını belirlemek amacıyla metaforlardan faydalanılmıştır. Araştırmanın bu amacına ulaşabilmek için;

1. Ortaokul öğrencilerinin matematik derslerinde kullanılan EBA ile ilgili oluşturdukları metaforlar çizgi filmkahramanı olarak nelerdir?

2. Ortaokul öğrencilerinin matematik derslerinde kullanılan EBA ile ilgili oluşturdukları metaforlar çizgi film kahramanıolarak hangi kavramsal kategoriler altında toplanabilir?

sorularına cevap aranmıştır.

YÖNTEM

Araştırmanın Deseni

Bu araştırmada nitel araştırma yöntemlerinden olgubilim (fenomenoloji) deseni kullanılmıştır. Olgubilim deseni, genellikle farkında olunan ancak derinlemesine ve ayrıntılı bir bilgiye sahip olunmayan olgulara odaklanmayı amaçlar. Bu tür araştırmalarda genellikle bireylerin bir olguya ilişkin algıları yorumlanarak ortaya çıkarılmaya çalışılır (Yıldırım ve Şimşek, 2011, s. 72). Bu bağlamda, araştırmada ortaokul öğrencilerinin matematik derslerinde kullanılan EBA'ya ilişkin algılarının derinlemesine incelenmesi amaçlandığından olgubilim yöntemi kullanılmıştır.

Çalışma Grubu

Bu araştırmada, amaçlı örnekleme yöntemlerinden biri olan ölçüt örnekleme yaklaşımı kullanılarak çalışma grubu belirlenmiştir. Amaçlı örnekleme, araştırmanın hedeflerine yönelik olarak bilgi açısından zengin durumların seçilmesini sağlayarak derinlemesine inceleme imkanı sunar (Büyüköztürk ve diğerleri, 2021, s. 92). Ölçüt örneklemede ise, çalışma grubu belirli niteliklere sahip olan bireylerden, olaylardan, nesnelere veya durumlardan oluşmaktadır (Büyüköztürk ve diğerleri, 2021, s. 94). Bu çalışmanın katılımcıları, 2023-2024 eğitim-öğretim yılında Van ili İpekyolu ilçesinde bulunan bir ortaokulda eğitim gören ve EBA'yı kullanan 46 ortaokul öğrencisinden oluşmaktadır. Katılımcıların seçiminde gönüllülük esası gözetilmiştir.

Veri Toplama Aracı

Çalışmada öğrencilerin matematik derslerinde kullanılan EBA kavramına ilişkin algılarını metaforlar aracılığıyla ifade etmeleri amaçlanmıştır. Bu bağlamda, araştırmaya katılan her bir öğrenciden, "EBA bir çizgi film kahramanı olsa.....olurdu, çünkü..." şeklinde bir cümleyi tamamlamaları istenmiştir. Yıldırım ve Şimşek (2011) tarafından belirtildiği üzere, her birey aynı metafora farklı anlamlar yükleyebilir; bu nedenle metaforun niçin kullanıldığı, yani hangi amaçla kullanıldığı, öğrencilerin metaforları açıklarken "çünkü" kavramı aracılığıyla elde edilebilir. Öğrencilerden, metaforlarını destekleyen bir gerekçe sunmalarını sağlamak için bu yapı içerisinde "çünkü" kavramına yer verilmiştir. Katılımcıların samimi düşüncelerine ulaşabilmek adına, isimlerini belirtmemeleri istenmiştir.

Verilerin Analizi

Elde edilen veriler içerik analizi yöntemiyle incelenmiştir. İçerik analizinde temel hedef, toplanan verileri açıklayabilecek kavramlara ve ilişkilere ulaşmaktır (Yıldırım ve Şimşek, 2011, s. 227). İçerik analizi, elde edilen ham verilerin anlamlandırılarak belirli bir çerçeveye oluşturulması ve belirtilen durum kesinlik kazandıktan sonra düzenlenerek kod ve kategorilerin ortaya çıkararak somutlaşmasını sağlamaktadır (Patton, 2014).

Bu çalışmada içerik analizi yöntemi, öğrencilerin EBA kavramına ilişkin metaforlarını anlamak ve bu metaforların altında yatan düşünsel yapıları çözümlmek için gerçekleştirilmiştir. Bu süreçte, her bir öğrencinin “EBA bir çizgi film kahramanı olsa...” cümlesini tamamlaması ve bu tamamlamaların ardındaki sebepleri ifade etmesi sağlanarak, öğrencilerin samimi düşüncelerine ulaşmak amaçlanmıştır. Elde edilen veriler, öncelikle kavramsallaştırılmış ve ardından oluşturulan kavramlara dayalı temalar belirlenmiştir. Bu bağlamda, çalışmada ilk olarak öğrencilerin matematik derslerinde kullanılan EBA hakkındaki metaforları sıralanmış ve eleme işlemi için metaforlar detaylı bir şekilde incelenmiştir. Metafora ilişkin herhangi bir mantıklı gerekçenin sunulmadığı, EBA kavramının anlaşılmasına herhangi bir katkısı olmayacağı düşünülen cevaplar ayıklanarak analiz kapsamı dışında bırakılmıştır. Ayıklama işleminden sonra, öğrencilerin matematik derslerinde kullanılan EBA ile ilgili metaforları, ilişkilendirdikleri karakterler temel alınarak kodlanmıştır.

Kavramsal kategorilerin oluşturulmasında öğrencilerin matematik derslerinde kullanılan EBA ile ilgili metaforları hangi amaçla kullandığı göz önünde bulundurulmuştur. Öğrencilerin matematik derslerinde kullanılan EBA ile ilgili 32 metaforunun gerekçelerinden yararlanılarak, 7 kavramsal kategori oluşturulmuştur.

BULGULAR

Ortaokul öğrencilerinin matematik derslerinde kullanılan EBA kavramına yönelik algılarını metafor yoluyla ortaya çıkarmayı amaçlayan bu çalışmanın bulgularında, çalışma kapsamındaki metaforların frekansları ve yüzdeleri ile; metaforlara göre oluşturulan kavramsal kategorilerin frekans ve yüzdeleri yer almaktadır.

Öğrencilerin “*Matematik bir çizgi film kahramanı olsaydı... olurdu; çünkü...*” sorusun verdikleri yanıtlardaki metaforlarının yüzde (%) ve frekansları (f) Tablo 1’de yer almaktadır.

Tablo 1. Ortaokul Öğrencilerinin EBA'ya İlişkin Metaforlarının Yüzde ve Frekansları

Metafor	f	Yüzde(%)	Metafor	f	Yüzde(%)
İbi	5	10,87	Uğur Böceği	1	2,17
Bugs Bunny	4	8,9	Kral Şakir Misket	1	2,17
Bilgecan Dede	4	8,9	Örümcek Adam	1	2,17
Şirin Baba	2	4,36	Nasreddin Hoca	1	2,17
Kral Şakir	2	4,36	Kaptan Tsubasa	1	2,17
Kral Şakir Boncuk	2	4,36	Keçi Necmi	1	2,17
Kral Şakir Canan	2	4,36	Tom	1	2,17
Gargamel	1	2,17	Maşa	1	2,17
Ayıcık Bombo	1	2,17	Rafadan Tayfa Mert	1	2,17
Tosi	1	2,17	Hayri	1	2,17
Wilma Çakmaktaş	1	2,17	Mr. Bean	1	2,17
Peri	1	2,17	Yade	1	2,17
Jerry	1	2,17	Pırlı	1	2,17
Aslan	1	2,17	Dedektif Gadget	1	2,17
Sonic	1	2,17	Çalışkan Bilgin	1	2,17
Oggy	1	2,17	Akıllı	1	2,17

Tablo 1'de görüldüğü üzere 46 ortaokul öğrencisi matematik derslerinde kullanılan EBA ile ilgili 32 metafor oluşturmuşlardır. Metaforların frekans ve yüzdeleri incelendiğinde öğrencilerin EBA'yı en çok İbi karakteri ile ilişkilendirdikleri görülmektedir ve İbi karakteri ile ilişkilendiren öğrenci sayısı 5 olup, öğrencilerin %10,87'sini oluşturmaktadır. İbi karakterini takiben, EBA ile en fazla ilişkilendirilen karakterlerin %8,9 ile Bugs Bunny ve Bilgecan Dede (4 kişi) olduğu görülmektedir.

Öğrencilerin verdikleri yanıtlara göre oluşturulan kavramsal kategorilere ait frekans ve yüzdeler Tablo 2'de yer almaktadır.

Tablo 2. Öğrencilerin EBA'ya İlişkin Metafor Algılarına Yönelik Kavramsal Kategorilerin Frekans ve Yüzdeleri

Kategoriler(f)	Yüzde(%)	Metaforlar (f)
Sorunlara çözüm bulma (8)	17,02	Ayıcık Bombo (1), Bugs Bunny (1), Wilma Çakmaktaş (1), İbi (2), Bilgecan Dede (1), Misket (1), Dedektif Gadget (1)
Bilgi dolu olma (10)	21,28	Bugs Bunny (1), Gargamel (1), Jerry (1), Aslan (1), Bilgecan Dede (2), Sonic (1), Canan (2), Akıllı (1)
Yardımcı olma (12)	25,53	Şirin Baba (1), İbi (2), Peri (1), Uğur Böceği (1), Örümcek Adam (1), Kaptan Tsubasa (1), Boncuk (2), Keçi Necmi (1), Hayri (1), Mr. Bean (1)
Eğlenceli (5)	10,64	İbi (1), Tom (1), Maşa (1), Yade (1), Pırlı (1)
Yavaş (1)	2,13	Tosi (1)
Düşündürücü (3)	6,38	Bugs Bunny (2), Nasreddin Hoca (1)
Öğretici (8)	17,02	Şirin Baba (1), Bilgecan Dede (1), Kral Şakir (2), Mert (1), Pırlı (1), Çalışkan Bilgin (1), Oggy(1)

Toplam 7 kategori olup en fazla metafor %25,53 ile yardımcı olma (12) boyutuyla ilgilidir. En az metafor ise %2,13 ile yavaş olma (1) boyutudur. Bir öğrencinin metaforu eğlenceli ve öğretici kavramları ile gerekçelendirildiğinden iki farklı kategoride değerlendirilmiştir. Öğrencinin metaforu;

“EBA bir çizgi film karakteri olsaydı Pırıl olurdu. Çünkü, bize matematik ile ilgili şeyler öğretir ve eğlenceli çözümleri vardır.”

şeklindedir.

Öğrencilerin EBA'ya İlişkin Algılarına Yönelik Olarak Oluşturulan Boyutlar

Öğrencilerin EBA'ya ilişkin oluşturdukları metaforlar boyutlandırılarak aşağıdaki tablolarda verilmiştir (Tablo 3, Tablo 4, Tablo 5, Tablo 6, Tablo 7, Tablo 8, Tablo 9).

Araştırmaya katılan öğrencilerin oluşturdukları metaforlardan 8 tanesi EBA'nın sorunlara çözüm bulan bir portal olma boyutuyla ilgilidir. Bu metaforlar Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Sorunlara Çözüm Bulma Boyutu

Metafor	Frekans (f)	Yüzde (%)
Ayıcık Bombo	1	12,5
Bugs Bunny	1	12,5
Wilma Çakmaktaş	1	12,5
İbi	2	25
Bilgecan Dede	1	12,5
Kral Şakir Misket	1	12,5
Dedektif Gadget	1	12,5
Toplam	8	100

EBA'nın sorunlara çözüm bulma boyutuyla ilgili görüşleri olan öğrencilerin bazılarının ifadeleri aşağıdaki gibidir:

“EBA bir çizgi film karakteri olsaydı, Dedektif Gadget olurdu. Çünkü, Dedektif Gadget kaybolan eşyaları bulup çözüm arıyor, EBA'da yapamadığımız sorularda bize çözüm arıyor.”

“EBA bir çizgi film karakteri olsaydı, Ayıcık Bombo olurdu. Çünkü, her sorun yaşadığımda doğrusunu orada izleyebiliyorsun.”

“EBA bir çizgi film karakteri olsaydı, Kral Şakir'deki Misket olurdu. Çünkü, herbaşımız sıkıştığında sorunlarımıza çözüm bulurdu.”

“EBA çizgi film karakteri olsaydı, Bugs Bunny olurdu. Çünkü, hem akıllı hem de zekice çözümler yapıyor.”

“EBA çizgi film karakteri olsaydı, İbi olurdu. Çünkü, her soruna çözüm buluyor. Her yanlış bildiğimiz sorunun cevabı orada var.”

Araştırmaya katılan öğrencilerin oluşturdukları metaforlardan 10 tanesi EBA'nın bilgi dolu içeriğe sahip portal olma boyutuyla ilgilidir. Bu metaforlar Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Bilgi Dolu İçeriğe Sahip Olma Boyutu

Metafor	Frekans (f)	Yüzde (%)
Bugs Bunny	1	10
Gargamel	1	10
Jerry	1	10
Aslan	1	10
Bilgecan Dede	2	20
Sonic	1	10
Kral Şakir'deki Canan	2	20
Akıllı	1	10
Toplam	10	100

EBA'nın bilgi dolu içeriğe sahip olması boyutuyla ilgili görüşleri olan öğrencilerin bazılarının verilen cümlelerin “çünkü...” kısmındaki boşlukları doldurdukları ifadeler aşağıdaki gibidir:

“EBA çizgi film karakteri olsaydı, Bugs Bunny olurdu. Çünkü, hem bilgi dolu hem de bütün öğrencilerin tek kullanım alanı olurdu.”

“EBA bir çizgi film karakteri olsaydı Bilgecan Dede olurdu. Çünkü, bilgilerle dolu.”

“EBA çizgi film karakteri olsaydı Jerry olurdu. Çünkü, Jerry gibi bilgili.”

Araştırmaya katılan öğrencilerin oluşturdukları metaforlardan 12 tanesi EBA'nın yardım eden bir portal olma boyutuyla ilgilidir. Bu metaforlar Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5. Yardımcı Olma Boyutu

Metafor	Frekans (f)	Yüzde (%)
Şirin Baba	1	8,33
İbi	2	16,67
Peri	1	8,33
Uğur Böceği	1	8,33
Örümcek Adam	1	8,33
Kaptan Tsubasa	1	8,33
Kral Şakir' deki Boncuk	2	16,67
Keçi Necmi	1	8,33
Rafadan Tayfa' daki Hayri	1	8,33
Mr. Bean	1	8,33
Toplam	12	100

Tablo 5’te yardımcı olma boyutunda oluşturulan metaforlar verilmiştir. Bu metaforlar incelendiğinde özellikle EBA’nın eğitim-öğretim süreçlerindeki yardımcı rolüne vurgu yapıldığı gözeçarpmaktadır. Öğrencilerin bu konudaki görüşleri aşağıdaki gibidir:

“EBA çizgi film karakteri olsaydı, İbi olurdu. Çünkü, EBA her şeyi düşünüp, araştırıp, bulup bize böyle sunuyor. EBA öğretmenlere ve öğrencilere çok yardımcı olan bir bilişim ağı.”

“EBA bir çizgi film karakteri olsaydı, Uğur Böceği olurdu. Çünkü, EBA, Uğur Böceği gibi hep bize yardım ediyor. Ne zaman ödevimiz olsa ya da yardıma ihtiyacımız olsa hemen bize yardım eder.”

“EBA bir çizgi film karakteri olsaydı Hayri olurdu. Çünkü ödevime yardımcı olur.” “EBA çizgi film karakteri olsaydı Mr. Bean olurdu. Çünkü, derslerimizde yardımcı olur.”

Araştırmaya katılan öğrencilerin oluşturdukları metaforlardan 5 tanesi EBA’nın eğlenceli bir portal olma boyutuyla ilgilidir. Bu metaforlar Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 6. Eğlenceli Olma Boyutu

Metafor	Frekans (f)	Yüzde (%)
İbi	1	20
Tom	1	20
Maşa	1	20
Yade	1	20
Pırl	1	20
Toplam	5	100

Tablo 6’da eğlenceli içeriğe sahip portal olma boyutundaki metaforlar verilmiştir. Öğrenciler tarafından oluşturulan bu metaforlardaki görüşlerin bir kısmı aşağıdaki gibidir:

“Eğer EBA bir çizgi film karakteri olsaydı Tom olurdu. Çünkü, eğlenceli ve güzel dersler veriyor.”

“EBA bir çizgi film karakteri olsaydı İbi olurdu. Çünkü, İbi her şeyi eğlenceyle çözüyor.”

“EBA bir çizgi film karakteri olsaydı Maşa olurdu. Çünkü, eğlenceli.”

Araştırmaya katılan öğrencilerin oluşturdukları metaforlardan 1 tanesi EBA’nın yavaş bir portal olma boyutuyla ilgilidir. Bu metaforlar Tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 7. Yavaş Bir Portal Olma Boyutu

Metafor	Frekans (f)	Yüzde (%)
Tosi	1	100

Öğrenci tarafından oluşturulan 1 metafor EBA'nın yavaş bir portal özelliği olduğunu göstermektedir. Tablo 7'de gösterilen bu boyuta ait metafor öğrenci tarafından EBA'daki içeriklerin yavaş ilerlemesini ve sistemde bazen aksaklıklar meydana geldiğini belirtmektedir. Öğrencinin bu konuyla ilgili görüşü aşağıda verilmiştir.

“EBA çizgi film karakteri olsaydı Tosi olurdu. Çünkü, Tosi gibi yavaş çalışır.”

Araştırmaya katılan öğrencilerin oluşturdukları metaforlardan 3 tanesi EBA'nın düşündürücü bir portal olma boyutuyla ilgilidir. Bu metaforlar Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 8. Düşündürücü Portal Olma Boyutu

Metafor	Frekans (f)	Yüzde (%)
Bugs Bunny	2	66,67
Nasreddin Hoca	1	33,33
Toplam	3	100

Bu boyuttaki öğrencilerin görüşleri aşağıdaki gibidir:

“Eğer EBA bir çizgi film karakteri olsaydı bence Nasreddin Hoca olurdu. Çünkü, hem eğlendiriyor hem düşündürüyor.”

“Eğer EBA bir çizgi film karakteri olsaydı Bugs Bunny olurdu. Çünkü, onun aklında daima düşündürücü sorular ve fikirler gelir.”

Araştırmaya katılan öğrencilerin oluşturdukları metaforlardan 8 tanesi EBA'nın öğretici bir portal olma boyutuyla ilgilidir. Bu metaforlar Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 9. Öğretici Portal Olma Boyutu

Metafor	Frekans (f)	Yüzde (%)
Şirin Baba	1	12,5
Bilgecan Dede	1	12,5
Kral Şakir	2	25
Rafadan Tayfa'daki Mert	1	12,5
Pırl	1	12,5
Çalışkan Bilgin	1	12,5
Oggy	1	12,5
Toplam	8	100

Tablo 9’da öğrenciler tarafından oluşturulan öğretici portal olma boyutundaki metaforlar verilmiştir. Öğrenciler tarafından oluşturulan bu metaforlar ile ilgili bazı öğrencilerin açıklamalarını yer verilmiştir.

“EBA bir çizgi film karakteri olsaydı Ogy olurdu. Çünkü, dersleri öğrenmemize yardımcı olurdu. Bir şeyi anlamasak anlatır.”

“EBA bir çizgi film karakteri olsaydı Pırıl olurdu. Çünkü, bize matematik ile ilgili şeyler öğretir ve eğlenceli çözümleri vardır.”

“EBA çizgi film karakteri olsaydı Şirin Baba olurdu. Çünkü, Şirin Baba gibi akıllı ve yenişeyler öğretir.”

“En sevdiğim çizgi film karakteri Bilgecan Dede’ dir. Çünkü, EBA benim için bir bilgedir. Her şeyi bana öğretir.”

“EBA bir çizgi film karakteri olsaydı Kral Şakir olurdu. Çünkü, EBA bizim bilmediğimiz dersler konusunda bize konuyu öğretiyor.”

SONUÇ ve ÖNERİLER

Sonuç

Bu bölümde, araştırmaya katkıda bulunan 46 öğrencinin matematik derslerinde kullanılan EBA ile ilgili oluşturduğu metaforlar ve gerekçeleri ile ilgili olarak ortaya çıkan sonuçlar incelenmektedir.

Araştırmadan elde edilen veriler doğrultusunda, öğrencilerin matematik derslerinde kullanılan EBA’ya ilişkin algıları, toplam 32 adet metafor 7 farklı kategori altında toplanmıştır. Bu kategoriler incelendiğinde araştırmaya katılan öğrencilerin oluşturduğu metaforların sayısının en çok *yardımcı olma* (%25,53), *bilgi dolu bir içeriğe sahip olma* (%21,28) kategorilerinde, en az *yavaş bir portal olma* (%2,13) ve *düşündürücü bir portal olma* (%6,38) kategorilerinde olduğunu görülmüştür.

Genel olarak öğrenciler, EBA portalı ile ilgili olumlu düşüncelere sahip olup, metaforlarını bunlara göre seçmişlerdir. 46 öğrenciden sadece 1 öğrenci EBA ile ilgili olumsuz görüşe sahip olduğubelirlenmiştir. Kategoriler genel olarak ele alındığında öğrenciler en çok yardımcı olma boyutunda metafor oluşturmuştur. Kana ve Aydın (2017) da çalışmalarında öğrencilerin genellikle EBA’yı derse ön hazırlık, etkinlikler için pratik yapmak, ders tekrarı ve sınavlara hazırlanmak amacıyla kullandıklarını öne sürmüştür. Coşkunserçe ve İşçitürk (2019) tarafından öğrencilerin EBA kullanım deneyimlerinin incelendiği araştırmanın sonuçlarına göre, öğrenciler EBA’yı sınavlara hazırlanmak için etkili bir yardımcı olarak görmekte ve bu nedenle sınavlardan önce EBA’yı daha yoğun bir şekilde kullanmaktadırlar. Dolayısıyla EBA’nın öğrencilere bu anlamda yardımcı bir platform olduğu düşünülmektedir. Diğer yandan Tüysüz ve Çümen’in (2016) EBA’ya ilişkin öğrenci görüşlerini inceledikleri çalışmalarında, öğrencilerin EBA’yı sınavlara hazırlık anlamında yararlı bulduklarını ortaya koymuştur.

Bunun da öğrencilerin EBA'nın sorunlara çözüm bulan bir portal olduğunu düşünmelerindeki etken olduğu düşünülmektedir.

Kana ve Saygılı (2016) ise öğrencilerin EBA'ya ilişkin görüşlerini ele aldıkları araştırmalarında, öğrencilerin EBA'daki içerikleri ilgi çekici ve eğlenceli buldukları sonucuna ulaşmıştır. Aynı çalışmada öğrencilerin EBA'yı eğlenceli bulmalarının öğrencilerin öğrenme çıktılarını kalıcı hale getirdiği vurgulanmaktadır. Araştırmanın bulguları, bu çalışmada öğrencilerin matematik derslerinde kullanılan EBA'ya ilişkin görüşlerinde EBA'yı öğretici bir portal olarak algıladıkları bulgusuyla örtüşmektedir. Çetin ve Günay'ın (2011) araştırması, web sitelerindeki ders içeriğinde interaktif etkinliklerin, pratik deneylerin, oyunların ve animasyonların bolca yer almasının öğrencilerin memnuniyetini artırdığını vurgulamıştır. Bu bulgular, öğrencilerin bu tür etkileşimli unsurları içeren materyallerle daha fazla keyif aldığını ve motive olduklarını göstermektedir. Öğrencilerin interaktif etkinlikler, deneyler, oyunlar ve animasyonlar gibi unsurları ders materyallerinde sıkça görmesinin, genel olarak öğrencilerin bu içerikleri eğlenceli bulma eğiliminde olduğunu göstermektedir. Bunun da öğrenme sürecinin daha etkili ve zevkli hale gelmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Kana ve Aydın'ın (2017) çalışmasında öğrencilerin, internet bağlantısı ve EBA'ya giriş yapma sürecinde bazı zorluklar yaşadıklarını tespit etmişlerdir. Özellikle EBA platformunda internet bağlantısı ve video yükleme sorunlarının öne çıktığı görülmektedir. Kayahan ve Özduvan (2016) da çalışmalarında öğrencilerin EBA'ya erişimde bazı teknik sorunlar yaşadığını belirtmişlerdir. Benzer şekilde Tüysüz ve Çümen'in (2016) çalışmasında öğrencilerin siteyi kullanırken ise videoların yavaş açılması ya da hiç açılmaması, ödevlerin açılmaması, siteden atma ve puanların sıfırlanması gibi sorunlarla karşılaştıkları sonucuna ulaşılmıştır. Bu çalışmaların bulguları, EBA ile ilgili olumsuz görüşe sahip olan ve metaforunda EBA'nın yavaş bir portal olduğunu vurgulayan öğrenciden elde edilen bulguyla örtüşmektedir.

Öneriler

Araştırma kapsamında yapılan analizler neticesinde ortaya çıkan öneriler aşağıda maddeler halinde sıralanmıştır.

- Tüm öğretmenlere ve öğretmen adaylarına EBA portalını kullanmaya yönelik hizmet içi eğitimler verilebilir.
- EBA'ya ilişkin öğrenci görüşlerinin aynı metaforlar aracılığıyla saptanması diğer ders ve kademelerde yapılabilir.
- EBA portalının içeriği ve alt yapısı daha fazla güçlendirilip uygun öğrenme ortamlarının sağlanmasına zemin hazırlayabilir. Nitelikli içeriklerin sayısının artırılması öğrencilerin ve öğretmenlerin EBA ile ilgili olumlu düşüncelerini de artıracaktır.
- Başka metaforlar aracılığıyla da öğrencilerin veya öğretmenlerin görüşleri alınarak benzer çalışmalar yapılabilir.

KAYNAKÇA

- Aktay, S. & Keskin, T. (2016). Eğitim bilişim ağı (EBA) incelemesi. *Eğitim Kuram ve Uygulama Araştırmaları Dergisi*, 2(3), 27-44.
- Alabay A. (2015). *Ortaöğretim öğretmenlerinin ve öğrencilerinin EBA (eğitimde bilişim ağı) kullanımına ilişkin görüşleri üzerine bir araştırma*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Aydın Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Arslan, H. & Kuzu, A. (2019). EBA Ders Modülünün ve VSınıf yazılımının ters yüz sınıf modelinde uygulanabilirliğine yönelik öğretmen görüşleri. *Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19(1), 20-36.
- Ateş, M., Çerçi, A. & Derman, S. (2015). Eğitim bilişim ağına yer alan türkçe dersi videoları üzerine bir inceleme. *Sakarya University Journal of Education*, 5(3), 105-117.
- Bahçeci, F. & Efe, B. (2018). Lise öğrencilerinin Eğitim Bilişim Ağı (EBA) sitesine yönelik görüşlerinin değerlendirilmesi. *Kuramsal Eğitimbilim Dergisi*, 11(4), 676-692.
- Baki, A. (2001). Bilişim teknolojisi ışığı altında matematik eğitiminin değerlendirilmesi. *Milli Eğitim Dergisi*, 149(1), 26-31.
- Bolat, Y. (2016). Ters yüz edilmiş sınıflar ve eğitim bilişim ağı (EBA). *Journal of Human Sciences*, 13(2), 3373- 3388.,
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E. K., Akgün, Ö. E., Karadeniz & Ş., Demirel F. (2021). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: Pegem Akademi Yayınları.
- Coşkunserçe, O. & İşçitürk, G. B. (2019). Eğitim bilişim ağı (EBA) platformu hakkında öğrencilerin farkındalığının artırılmasına yönelik bir durum çalışması. *Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi – Journal of Qualitative Research Education*, 7(1), 260-276.
- Çetin, O & Günay, Y. (2011). Fen eğitimine yönelik örnek bir web tabanlı öğretim materyalinin hazırlanması ve bu materyalin öğretmen öğrenci görüşleri doğrultusunda değerlendirilmesi. *Ahi Evran Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12(2), 175-202.
- Çavuş & Yorgancı (2020). Ortaokul matematik öğretmenlerinin Eğitim Bilişim Ağı (EBA) projesinden yararlanma düzeyleri ve proje hakkındaki görüşleri. *YYÜ Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17(1), 1272-1303.
- Çelikten, M. (2006). Kültür ve öğretmen metaforları. *XIV. Ulusal Eğitim Bilimleri Kongresi*. Pamukkale Üniversitesi. Denizli.
- Çoklar, A. N., & Bağcı, H. (2009). Öğretmen adaylarının eğitim teknolojisi kavramına yönelik geliştirmiş olduğu metaforlar. *Journal Of Qafqaz University*, (28), 172-184.
- Dündar E. & Karaağaçlı M. (2019). “Öğretmenlerin EBA (Eğitim Bilişim Ağı) İle İlgili Algılarının Eğritilemeler Aracılığıyla Belirlenmesi”, 2(6), 247-259.

- Ekici, M, Arslan, İ. & Tüzün, H. (2016). Eğitim Bilişim Ağı (EBA) Web Portalı Kullanılabilirliğinin Göz İzleme Yöntemiyle Değerlendirilmesi. Eğitim Teknolojileri Okumaları içinde. (Eds: İşman, A., Odabaşı, H. F.& Akkoyunlu, B.), 273-297, Ankara: TOJET.
- Ersoy, E. (2010). Eğitim Yöneticilerinin E-Okul Sisteminin İşleyişine İlişkin Görüşleri ve Memnuniyet Düzeyleri (Esenyurt-Beylikdüzü İlçeleri Ahmet Şahin Örneği). Yüksek Lisans Tezi, *Yeditepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, İstanbul.
- Ertem-Akbaş, E. (2019). Eğitim bilişim ağı (EBA) destekli matematik öğretiminin 5. sınıf kesir konusunda öğrenci başarılarına etkisi. *Journal of Computer and Education Research*, 7 (13), 120-145.
- Ertürk, H. (2008). Matematik Öğretmenlerinin Teknoloji Kullanma Yeterliliklerinin Verimliliğe Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. *Yeditepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü*, İstanbul.
- Güder, C. (2022). Matematik Dersi Ev Ödevlerinin Eğitim Bilişim Ağı (EBA) Platformunda Tartışılarak Yapılmasının 7. Sınıf Öğrencilerinin Sorgulama Becerilerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, İzmir.
- Göksu, M. (2020). *5. sınıf geometri öğretiminde EBA destekli matematik eğitiminin öğrenci başarısına ve görüşlerine etkisi*. Giresun Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Giresun, Yüksek Lisans Tezi.
- İnanoğlu, A., & Kabapınar, Y. (2023). Sosyal bilgiler öğretmenlerinin Eğitim Bilişim Ağı'na (EBA) yönelik görüşlerinin incelenmesi. *Trakya Eğitim Dergisi*, 13(3), 1818-1837.
- Kana, F. & Aydın, V. (2017). Ortaokul öğretmenleri ve öğrencilerinin eğitim bilişim ağı hakkında görüşleri. *International Journal of Social Humanities Sciences Research*, 4 (13), 1494-1504.
- Kana, F. & Saygılı, D. (2016). Ortaöğretim Türk dili ve edebiyatı dersinde Eğitim Bilişim Ağı'nın kullanımına yönelik öğrenci görüşlerine yönelik bir durum çalışması. *Akdeniz Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 20, 11- 23.
- Kayahan, S. & Özduran, K. (2016). İngilizce dersinde uygulanan EBA market mobil yazılımlarına ilişkin öğrenci görüşleri. *XVIII. AKADEMİK BİLİŞİM KONFERANSI*, 30 Ocak- 5 Şubat 2016, AdnanMenderes Üniversitesi: Aydın.
- Kelismail, E. (2019). Eğitim Bilişim Ağı (EBA) destekli öğretimin 6. sınıf öğrencilerinin cebirsel ifadeler alt öğrenme alanında matematik başarılarına ve tutumlarına etkisi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- MEB. (2012). Eğitimde FATİH Projesi web sayfası.
- MEB. (2018). Milli Eğitim Bakanlığı FATİH Projesi. <https://yegitek.meb.gov.tr/> adresinden 12 Mart 2024 tarihinde erişilmiştir.
- Özbey, A. & Koparan, T. (2020). Eşitlik ve denklem konusunda Eğitim Bilişim Ağı (EBA) destekli öğretimin ortaokul öğrencilerinin başarı, tutum ve motivasyon-

- larına etkisi. *Journal of Computer and Education Research*, 8 (16), 453-475.
- Patton, M.Q. (2014). Nitel araştırma ve değerlendirme yöntemleri. 3. Baskıdan Çeviri. Bütün, M & Demir, S. B. (Edt.), Ankara: Pegem Akademi.
- Seferoğlu, S. S. (2004). Öğretmen yeterlikleri ve mesleki gelişim. *Bilim ve Aklın Aydın-
lığında Eğitim*, 58, 40-45.
- Tutar, M. (2015). Eğitim Bilişim Ağı (Eba) Sitesine Yönelik Olarak Öğretmenlerin Gö-
rüşlerinin Değerlendirilmesi, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, *Karadeniz
Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Trabzon.
- Tekin, M. (2019). EBA destekli oran-orantı öğretiminin ders başarılarına ve üstbilişsel
davranış algılarına etkisi. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, *Zonguldak Bü-
lent Ecevit Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Zonguldak.
- Tekin, A. & Polat, E. (2014). Eğitimde teknoloji politikaları: Türkiye ve bazı ülkeler.
Eğitimde Kuram ve Uygulama, 10(5), 1254-1266.
- Tüysüz, C. & Çümen, V. (2016). Eba Ders Web Sitesine İlişkin Ortaokul Öğrencilerinin
Görüşleri. *Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 9(3), 278-296.
- Vahit, H. R. (2019). EBA etkinlikleriyle yapılan matematik öğretimin başarıya ve tu-
tuma etkisi. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, *Kastamonu Üniversitesi Fen
Bilimleri Enstitüsü*, Kastamonu.
- Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2011). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara:
SeçkinYayıncılık.
- Yob, I. M. (2003). Thinking constructively with metaphors. *Studies in Philosophy and
Education*, 22,127-138.



Bölüm 5

FOSFOR - AZOT SİNERJİK ETKİSİYLE POLYESTER KUMAŞ İÇİN SÜRDÜRÜLEBİLİR GÜÇ TUTUŞUR POLİMERİN, EMÜLSİYON POLİMERİZASYONU YÖNTEMİYLE SENTEZİ VE KARAKTERİZASYONU¹

Petek BALCI², Halil İbrahim TURGUT³

Özlem YARAR⁴, Dilek KUT⁵, Ali KARA⁶

¹ Bu çalışma yazarların 5210066'nolu TÜBİTAK TEYDEP 1505 Üniversite-Sanayi İşbirliğini Destekleme Programı projesi tarafından desteklenmektedir.

² Uludağ Üniversitesi, Polimer Malzemeler, Bursa, Türkiye, ORCHID: 0009-0009-0981-1647

³ Dr., Harput Tekstil Ar-Ge Merkezi Müdürü, Bursa, Türkiye, ORCHID: 0000-0002-9591-8775

⁴ Harput Tekstil Ar-Ge Merkezi Müdür Yardımcısı, Bursa, Türkiye, ORCHID: 0000-0002-8966-6305

⁵ Prof. Dr., Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği, Tekstil Teknolojisi, Bursa, Türkiye, ORCHID: 0000-0002-9059-0838

⁶ Prof. Dr., Uludağ Üniversitesi, Kimya Bölümü, Fizikokimya A.B.D., Bursa, Türkiye, ORCHID: 0000-0003-2457-6314

Giriş

Günlük yaşamda, polimerler farklı çevresel koşullar altında geniş bir kullanım alanına sahiptir. Bu polimerler genellikle hidrokarbon esasludur ve yanıcı özellik gösterirler. Ancak, polimerlerin yanıcılığını ve zehirli duman üretimini azaltmak için güç tutuşurların/alev geciktiricilerin kullanımı oldukça önemlidir. Özellikle çevresel faktörleri ve insan sağlığını göz önünde bulundurarak, yanmanın geciktirilmesine yönelik yeni standartların geliştirilmesi ve bu doğrultuda yeni yönetmeliklerin ortaya çıkması, güç tutuşurlar üzerine yapılan çalışmaları artırmıştır (Çakır Yiğit, 2022). Ancak, geleneksel olarak kullanılan bromlu güç tutuşurların sağlık riskleri ve çevresel etkileri göz önüne alındığında, yeni alternatiflere olan ihtiyaç günden güne artmaktadır. Avrupa ve birçok diğer ülke, halojenli güç tutuşur bileşiklerinin kullanımını yasaklamış veya askıya almıştır. Bu yasaklar, Amerika Birleşik Devletleri'nde de eyaletler arası yasama girişimlerine yol açmıştır. Alternatif güç tutuşurların araştırılması ve kullanımının teşvik edilmesi, hem insan sağlığı hem de çevresel açıdan daha sürdürülebilir bir yaklaşım sunabilmektedir (Kellyn, 2008).

Güç Tutuşur Tanımı

Güç tutuşur terimi, malzemelerin yanma sürecinde alevlenme süresini geciktirme veya alevlenmeyi engelleme kapasitesini ifade etmektedir. Bu özellik, yangın güvenliği ve insan hayatının korunması açısından hayati öneme sahiptir (Harımdar & Akarşlan, 2020; Baykal & Karataş, 2021).

“Flame Retardant” olarak bilinen güç tutuşur terimi, literatürde kumaşın alev kaynağına maruz kaldığında yanmaması veya alev kaynağı uzaklaştırıldığında fiziksel ve kimyasal değişiklikler yaşasa bile kendiliğinden sönmeye olarak tanımlanmaktadır (Kabasakal, 2011).

Güç Tutuşurların Kısa Tarihi

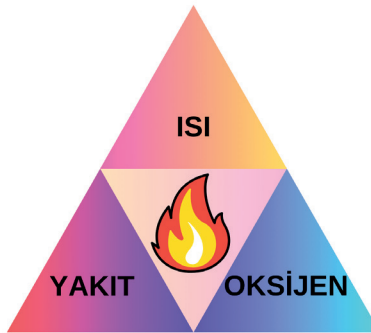
Güç tutuşurların (alev geciktiricilerin) kullanımının tarihçesi, yanmaya hazır selülozik maddelerle ilgili düzenlemelere kadar uzanmaktadır. M.Ö. 4. yüzyıla kadar uzanan düzenlemeler arasında, Aeneas'ın odunun yanma direncini artırmak için sirke kullanma önerisi ve M.Ö. 83 yılında Piraeus kuşatması sırasında ahşap kulelerin şap çözeltisi ile korunması gibi örnekler yer almaktadır. Tekstil ürünlerinin güç tutuşurluğuna dair ilk referans makale, 1638 yılında Sabattini tarafından yazılmıştır. Sabattini, renklendirme işlemlerinde kullanılan kil, ve alçı pigmentlerinin yanmayı önleyici özelliklere sahip olduğunu önermiştir. Ayrıca, 1735 yılında İngiltere'de Obadiah Wyl'd'in patentine dayanan güç tutuşur maddelerin kullanımı da dikkat çekicidir. 1821'de Fransa'da Gay-Lussac'ın keten ve jüt kumaşlarına uyguladığı güç tutuşurluk bitim işlemi de bu alandaki önemli bir gelişmedir. Perkin'in çalışması, kumaşa uygulanarak ilk başarılı yıkama dayanımlı güç tutuşurluk

işleminin gerçekleştirilmesini sağladı. Bu çalışma, kalay oksidin kullanımını içeriyordu. Güç tutuşurluk, özellikle pamuk ve rayon gibi malzemelerde yaygın olarak kullanılmaktadır; ancak ipek, yün ve protein bazlı doğal polimerler genellikle yanıcı kabul edilmemektedir. II. Dünya Savaşı'ndan sonra, tekstil maddelerinin geç yanma özelliklerine olan ilgi ve önem artmıştır. 1966'da düzenlenen "Yanma ve Alev Geciktirici Kumaş" konferansı ve 1967'deki "Tutuşabilir Kumaşlar Yasası" değişikliği, alev geciktiricilik konusundaki bilinci artırmıştır. Yanma standartlarının ticaret departmanı tarafından kabul edilmesi ve Federal Ticaret Güvenlik Komisyonu aracılığıyla uygulanması, bu süreçteki önemli adımlar arasında yer almaktadır (Calamari & Harper, 1994; Kabasakal, 2011).

Günümüzde güç tutuşur tekstiller, itfaiyeciler, askerler, polisler, pilotlar ve endüstriyel işlerde çalışanlar için giysilerde kullanılmaktadır (Duran vd., 2007; Rodie, 2008). Ayrıca, yüksek performanslı spor uygulamalarında (Stegmaier vd., 2005), toplu yaşanan yerlerdeki çocuklar ve yaşlılar için giysilerde (Horrocks vd., 2004) de kullanılmaktadır. Bu tür tekstiller ayrıca halı, perde gibi her türlü döşemelerde ve ev mobilyalarında (Kamath vd, 2009), tüm taşıt araçlarında ve topluma açık alanlardaki (hastaneler, oteller, yurtlar, okullar vb.) tekstil ürünlerinde kullanılabilir (Flambard vd, 2005; Harımdar & Akarşlan, 2020).

Güç Tutuşur İşlemlerin Etki Mekanizması

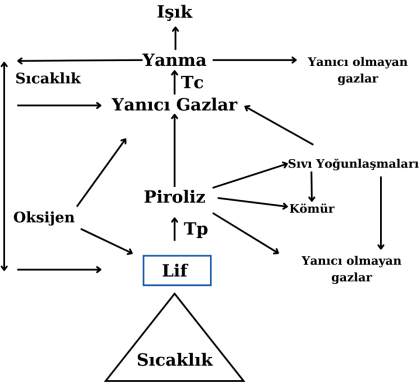
Güç tutuşur malzemelerin işleyişi, yanma sürecini kesintiye uğratma veya tamamen engelleme temeline dayanmaktadır. Bir yangının oluşması için üç temel unsur gereklidir: yakıt, oksijen ve enerji ya da ısı. Bu üç unsur, klasik olarak "yangın üçgeni"ni oluşturur (Innes & Innes, 2011). Güç tutuşur maddeler, katı, sıvı veya buhar fazında kimyasal ve/veya fiziksel etkiler gösterebilirler. Yanma sürecinin belirli aşamalarında etkili olarak, yanma için gerekli olan ısı, oksijen ve yakıt faktörlerinden birini veya birkaçını ortadan kaldırarak ya da sınırlayarak yanmayı durdurur ya da yavaşlatırlar (Kabasakal, 2011).



Şekil 1. Yangın Üçgeni (Kabasakal, 2011).

Fiziksel etkiler arasında, katkı maddelerinin tetiklediği endotermik reaksiyonlar sonucunda materyalin sıcaklığını düşürerek yanma sürecini yavaşlatma önemli bir rol oynamaktadır. Bununla birlikte, koruyucu tabaka oluşumu sayesinde yanıcı maddenin sıcaklığı düşer ve gaz konsantrasyonu azalır, böylece yanma için gerekli olan oksijen izole edilerek ısı transferi engellenir. Ayrıca, inert dolgu maddelerinin katılımıyla derişimin düşürülmesiyle alt tutuşma sıcaklığının artırılması hedeflenir.

Kimyasal etkilerde ise, yanma zamanını etkileyen en önemli tepkimele- rin katı ve gaz fazlarda gerçekleştiği belirgin bir şekilde görülmektedir. Serbest radikal mekanizması gaz fazındaki, güç tutuşur maddeler tarafından durdurularak ekzotermik tepkimenin durdurulması ve sistem soğuması sağlanır. Katı faz tepkimelerinde ise, güç tutuşur polimerin bozunmasını hızlandırabilir veya polimer yüzeyinde karbon tabaka oluşturabilir (Aslankılıç, 2008; Demirel, 2007).



Şekil 2. Yanma Döngüsü (Horrocks, 1986)

Güç tutuşur polimerlerin üretimi için kullanılan ana yöntemler şunlardır:

1. Gaz fazı güç tutuşurluk mekanizması, fosfor ve halojen içerikli güç tutuşur kimyasalları içerir. Bunlar; gaz fazındaki serbest radikalleri yakalayıp ısıyı azaltarak etki gösterirler. Halojen içeren güç tutuşurucu kimyasallar, özellikle brom ve klor gibi elementler, gaz fazında etkili olup, genellikle metal oksitlerle birlikte kullanılmaktadırlar. Ayrıca, bazı fosfor esaslı güç tutuşurlar, gaz fazında hidrojenle birleşen fosfor içerikli radikallerin salınımını sağlayarak alevin sönmesine yardımcı olabilirler. Halojen içeren güç tutuşur bileşikler, piroliz sırasında oluşan -OH radikallerini yakalayıp oksidasyonlarını hızlandırır ve bu mekanizma, güç tutuşurluk özelliklerinin geliştirilmesinde önemli bir rol oynamaktadır.

2. Endotermik reaksiyonlar sonucunda ısıyı absorblayarak oluşan sistemler, karbonat ve metal hidroksit benzeri bileşikleri içerir. Bu kimyasallar, yanma ortamında gaz ve yoğunlaşma fazında tutuşmayan gazların (H_2O , CO_2) oluşmasını teşvik ederek, alevin seyreltilmesine ve polimerin soğumasına katkı sağlarlar. Polimerin soğuması piroliz sürecini yavaşlatırken, bu kimyasallar yanma sonrası seramik benzeri artıklar oluşturarak polimerin iç kısmının yanmasını engeller. Bu mekanizma, güçlü endotermik reaksiyonlarla oluşturulan sistemlerin yanma özelliklerini iyileştirmede önemli bir rol oynar (Schindler & Hauser, 2004; Price & Horrocks, 2001).

3. Etkin kül oluşumuna destek veren güç tutuşur sistemler, Şişen polimerler ve nano-kompozitler gibi bileşikleri içerir. Şişme kavramı termal bozunma sırasında polimerin yüzeyi üzerinde genişlemiş bir kömürleşme tabakası oluşumuna dayanmaktadır. Bu tabaka ısı kaynağı ve polimer yüzeyi arasında ısı transferini azaltan bir izolasyon tabakası gibi işlev görür. Kül yapısı, güçlü bir tutuşma özelliği için mükemmel bir yapıdır. Bu yapı, kapalı bir yapıya sahip olup içerisinde hava boşlukları barındırır. Gaz baloncukları, eriyik polimer içinde genişler, daha sonra hızla katılaşırlar donarak bu kapalı yapıyı oluşturur. Sonuç olarak, petek şeklinde bir yapı oluşur ve bu yapı, uçucu sıvı ve gazların alev almasını önleyerek polimeri veya erimiş polimeri bozunma sıcaklığının altında tutar. Bu mekanizma, güçlü tutuşur sistemlerinin etkinliğini artırmak için hayati bir rol oynamaktadır (Horrocks, 1996; Lewin, 2001; Bical, 2014).

Güç Tutuşur Etki Gösteren Kimyasal Madde Yapıları

Malzemelerin yangın güvenliğini artırmak için çeşitli yöntemler kullanılır. Bunlar arasında yanma direncinin artırılması, alev yayılma oranının düşürülmesi, oluşan ısının azaltılması ve zehirli duman ile koku oluşumunun en aza indirilmesi yer alır. Bu amaçla, genellikle polimerlere güçlü tutuşma özellikleri olan kimyasallar eklenir. Bunlar arasında yaygın kullanılanlar; halojenli, fosfor içeren, azot içeren, inorganik yapıda (Kashiwagi vd., 1996; Kabasakal, 2011), silikon içerikli ve bor katkılı güç tutuşur kimyasal yapılar olarak sıralanabilir.

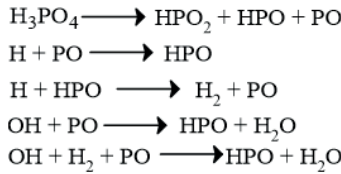
a. Halojenli Güç Tutuşur Kimyasal Maddeler:

Halojenli güç tutuşur kimyasallarının kullanımı, yanma sırasında yayılan ısı miktarını azaltmaktadır. Ancak, yapılan araştırmalar, bu kimyasalların çevresel etkileri ve zehirlilik değerlerinin ölçümü konusunda endişe verici sonuçlar ortaya koymuştur. Özellikle brom ve klor gibi halojen bileşiklerinin, örneğin (PBDE) Polibromlu difenil eter gibi belirli bileşiklerin, hormon fonksiyonlarını olumsuz yönde etkileyerek hormon dengesinin bozulması ve farklı kanser türleriyle ilişkilendirildiği bilinmektedir. Bu bileşiklerin vücutta biriktiği ve insanların süt, serum ve yağ dokularında tespit edildiği gözlemlenmiştir. Ayrıca, brom içeren alev geciktiricilerin sayısı oldukça fazla olmasına

rağmen, birçoğunun yasaklandığı bildirilmiştir. Örneğin, polibrom bifenil (PBB) gibi maddelerin mutojenik ve toksik etkilerinden dolayı uzun yıllardır yasaklandığı bilinmektedir. Ancak, son raporlar BFR'lerin (Bromlu Alev Geciktiriciler) üretim yerlerinden çok uzaklarda bile var olduğunu, insanlar ve çevre için potansiyel bir tehdit oluşturduğunu göstermektedir. Araştırmalar ayrıca, polibromin difenil eter (PBDE) ve polibromin bifenil (PBB) gibi alev geciktiricilerin okyanus sularında ve hatta derin denizlerde yaşayan balinalarda yüksek oranlarda bulunduğunu göstermektedir. Bu durum, bu tür kimyasalların çevre üzerindeki olumsuz etkilerinin önemini vurgulamaktadır (Bical, 2014; Price & Horrocks 2001; Veen & Boer, 2012).

b. Fosfor Esaslı Güç Tutuşur Kimyasal Maddeler:

Fosfor içeren güç tutuşurluk maddeleri, halojen içeren kimyasal maddelerin toksik etkilerinden kaçınmak amacıyla 1940-1950 yıllarında kullanılmaya başlanmıştır. Bu güç tutuşur yapılar arasında fosfinler, fosfatlar, fosfin oksitler, fosfitler ve kırmızı fosfor fosfonat gibi bileşikler bulunmaktadır. İçerdiği fosfor bileşiğine ve Kullanılan polimerlerin yapısına bağlı olarak, bu maddelerin etki mekanizmaları farklılık göstermekle birlikte bu yapılar aditif madde olarak kullanılabilir ve sentez adımıyla polimer zinciri içerisine de katılabilirler. Yoğuşma fazında ya/ya da buhar fazında aktifleşirler. Yoğuşma fazında özellikle yapısında oksijen içeren (örneğin polyester, poliamid, selüloz gibi) polimerlerde etkilidirler. Isıl bozunma (dekompozisyon) sonrası fosforik asit ve su oluşur oluşur. Açığa çıkan su, oksijen içeren gaz fazını seyreltir. Pirofosforik asit ve fosforik asit alkollerin dehidrasyon reaksiyonunu hızlandırarak karbokatyonların ve karbon-karbon çift bağlarının meydana gelmesine katkı sağlayabilir. Fosfor esaslı FR yapılar aynı zamanda aktif radikaller oluşturmak için (PO^* , PO_2^* , HPO^*) gaz fazında buharlaşabilir ve H^* ve OH^* radikallerini yakalayabilir. Uçucu fosforlu bileşikler, en etkili yanma geciktirici yapılar arasında değerlendirilmektedir. Brom radikallerinden yaklaşık 5 kat, klor radikallerinden yaklaşık 10 kat daha etkilidirler.



Şekil 3. Gaz Fazında Gerçekleşen Reaksiyonlar

c. Azot İçerikli Güç Tutuşur Kimyasal Maddeler:

Azot içeren güç tutuşurlar, düşük yoğunlukları, düşük korozyon etkileri, düşük toksisiteleri ve kolay işlenebilirlikleriyle tanınır. Genellikle geri dönüşürülebilirler. Melamin ve benzer maddeler, bu tür yanmaz maddeler arasında

en yaygın olanlardır. Bunlar, katı fazda polimerin damlama eğilimini artırarak yanmazlık etkisi gösterirler; gaz fazında ise yanıcı gaz konsantrasyonunu azaltırlar. (Levchik & Weil, 2000; Şahin, 2019; Zhang, & Horrocks, 2003).

Fosfor-Azot Sinerjisi

Fosfor esaslı FR yapılar oksijen ya da azot içeren polimerlerde daha etkili olmaktadır. Bu nedenle polimer zincirinde oksijen ve azot atomlarına sahip olmaları önemlidir. Bu bileşikler, selüloz makromoleküllerinde bulunan -OH gruplarıyla reaksiyona girerek su moleküllerinin kopmasını sağlarlar. Ortaya çıkan su molekülleri, yanmaya sebep olan oksitleyici maddelerin konsantrasyonunu azaltarak gaz fazını seyreltir. (Velencoso, vd., 2018; Stackman, 1982). Azot bileşiğinin rolü, selülozun -OH gruplarıyla reaksiyona girebilecek fosforik asit ve/veya fosforik asit amidlerine dönüşmesine yardımcı olmaktır. Fosfor içeren güç tutuşurlar organik veya inorganik olabilirler (Guo, vd., 2022). Kırmızı fosfor ve amonyum polifosfat en yaygın olarak kullanılan güç tutuşur inorganik bileşiklerdir. Amonyum polifosfat esas olarak şişen formülasyonlarda kullanılmaktadır. Güç tutuşur özellik gösteren organik fosfor içeren bileşikler daha fazladır. Fosfinatlar, fosfonatlar ve fosfat esterleri sıklıkla kullanılan üç ana organik fosfor esaslı yapılardır. (Çakır Yiğit, 2022). Azotlu güç tutuşurluk maddeleri, yangın sırasında çevreye inert gaz salarak oksijenin konsantrasyonunu azaltır ve yanma sürecini yavaşlatırlar. Doğal polimerlerde bulunan azot, özellikle yün, ipek ve deri gibi malzemelerde, yangına karşı dayanıklılığı artırır. Bu nedenle, bazı organik bileşiklerin içerisinde yer alan azot, polimerlerde yangına karşı dayanıklılığı artırmak için katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. Azot bileşikleri arasında dikkat çekenlerden biri olan melamin, yüksek bir erime sıcaklığına sahip olan heterosiklik bir bileşiktir. Yanma sırasında endotermal olarak ayrılan melamin, yanıcı olmayan gazlar açığa çıkararak yanmayı önler. Ayrıca, melamin kömür yapısı oluşturarak termal olarak kararlı yoğunlaştırılmış bileşikler meydana getirir. Melamin, özellikle ulaşım araçlarında, mobilyalarda ve döşemelerde esnek poliüretan köpüklerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Poliamid 6 ve poliamid 6,6 gibi malzemelerde alev geciktirici olarak melamin siyanürat kullanılmaktadır. Ayrıca, çinko veya alüminyum içeren melamin polifosfatlar, kablolarda kullanılmaktadır. Azot ve fosfor içeren bileşiklerin birlikte kullanılmasıyla geliştirilen alev geciktirici sistemler sinerjik etki sayesinde daha etkili bir yangın koruması sağlar. Örneğin, azot içeren alev geciktiricilerin amonyum polifosfat ile kullanılmasıyla polietilenin alev geciktirici davranışı iyileştirilmiştir (Dede, 2016; Horacek & Grabner, 1996; Laoutid, vd., 2009).

d. İnorganik Yapıda Güç Tutuşur Kimyasal Maddeler:

İnorganik yapıdaki güç tutuşur kimyasallar, gaz fazında ve katı fazda etkili olan çeşitli kimyasal yapıları içermektedir. Bu güç tutuşur bileşikler, polimerlere tek başlarına veya diğer güç tutuşur yapılarla birlikte katılarak etki

ederler. Bu sınıftaki en sık tercih edilen güç tutuşur kimyasallar alüminyum hidroksit ve magnezyum hidroksittir. Bu mineral yapılar sıcaklık arttıkça endotermik reaksiyon vererek bozunur ve ortamdaki enerjiyi absorbe ederler. Bunun dışında yanabilen gazları seyreltecek H₂O ve CO₂ moleküllerinin açığa çıkmasına destek olurlar. Bu maddeler ayrıca polimer yüzeyinde yanmaya karşı dayanıklı bir cam tabakası oluşturarak polimeri ısıya karşı korumaktadırlar.

e. Silikon İçerikli Güç Tutuşur Kimyasal Maddeler:

Silikon bileşikleri, tekstil endüstrisinde yumuşatıcı madde olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu kimyasal maddelerin güç tutuşurluk özellikleri ısıya dayanıklı boyaların üretiminde önemli oranda yararlanılmıştır. Araştırmalar, polimerik malzemelere az miktarda silikon bileşiklerinin eklenmesinin, yoğunlaşma fazında kömür tabakası oluşturarak ve gaz fazında aktif radikalleri yakalayarak yanma önleyici özelliklerini arttırdığını göstermektedir. Bu silikon bazlı yanma önleyicilerin çevreye olan zararlı etkileri oldukça düşüktür. Ayrıca, organik-inorganik nano-kompozitler, güç tutuşur etkileri açısından incelenen yapılar arasındadır ve bu kompozitler silikat malzemelerden elde edilir. Polimer matrisinde uygun bir şekilde dispers hale getirilen nanometre boyutundaki partiküller, polimerin FR dayanımının yanı sıra mekanik özelliklerini de güçlendirmektedir. Alkil amonyum, alkil fosfonyum gibi organik katyonlar kullanılarak doğal kilin modifikasyonu yapılmaktadır. Modifiye edilmiş olan bu nanokil düşük miktarlarda yapıya eklendiğinde yanma esnasında koruyucu bir tabaka oluşturmaktadır. Isıtma esnasında, sıcaklık artışı ile erimiş polimerin viskozitesi azalır ve yüzeye doğru nanotabakalı kilin migrasyonu kolaylaşır (Kutlu, 2008; Lu & Hamerton, 2002).

f. Bor Katkılı Güç Tutuşur Kimyasal Maddeler :

Borik asit ve boratlar, özellikle halojen polimer sistemleriyle birlikte kullanıldıklarında sinerjik etki gösteren güçlü yanmaz maddelerdir. Bu bileşikler, yoğunlaşma aşamasında etkili olarak CO veya CO₂ oluşumunun önüne geçerek karbon oluşumunu teşvik ederler. Ayrıca, yanma önleme işlemi, koruyucu bir tabaka oluşturarak karbon oksidasyonunu engelleyen 'char' tabakasının oksijen ile temasını kesme yoluyla gerçekleşir. Bor bileşikleri, ayrıca halojenli güç tutuşur polimer sistemlerinde alevsiz yanmanın önlenmesinde veya azaltılmasında da rol oynarlar. Bor içeren güç tutuşurluk maddeleri, uygun fiyatlı ve düşük toksisiteli kimyasal yapılar olarak geliştirilmiştir. Polimere karbon birimlerinin eklenmesi, termal stabiliteyi artırarak daha güvenilir bir yanmazlık sağlar. Örneğin, reaktif bir yanma önleyici olan tris(2-hidroksipropil) borat, katı poli(izosiyanürat) köpüklerinde kullanılabilir. Poli(eter keton)lar temelli lineer, termoplastik polimerlerin yüksek kütle retansiyonu ve yanma direnci gösterdiği gözlenmiştir. Bu malzemeler yüksek ısı stabilitesi, sertlik, kimyasal inertlik ve işlenebilirlik gibi özelliklere sahiptir. Isı uygulandığında,

bu bileşikler yüksek bir tabaka oluşturarak alev karşısında yalıtkan bariyerler gibi davranır (LU, & Hamerton, 2002; Kandola & Horrocks, 1999).

Tekstil Liflerinin Yanma Özellikleri ve Güç Tutuşur Tekstiller

Tekstil liflerinin yanma özellikleri, genellikle dört ana gruba ayrılır. İlk grup, yüksek derecede yanıcı liflerdir. Bu gruba pamuk, viskoz, asetat, triasetat ve keten gibi selülozik lifler girer. Bu lifler, hidrojen ve yanmayı destekleyen oksijen içerir, bu da onları kolayca yanıcı hale getirir. İkinci grup, yanmayı güçlkle destekleyen liflerdir. Bu gruba yün ve ipek gibi protein lifleri dahildir. Azot içermeleri nedeniyle bu lifler yanmayı desteklemez ve alevi önlemeye yardımcı olur. Üçüncü grup, eriyerek yanan liflerdir. Poliamid ve Polyester lifleri bu gruba dâhildir. Bu lifler alevle temas ettiklerinde eriyerek damlama yaparlar, damladıkları yerde tutuşturma kaynağı yok ise sönerler. Son grup, kendiliğinden güç tutuşur olan liflerdir. Aromatik poliamid lifleri (Nomeks ve Kevlar), poliimid lifi, karbon lifi, cam lifi gibi lifler yanmaya karşı son derece dirençli liflerdir (Kutlu, 2002).

Polyester

Polyester lifleri tekstil alanında en fazla üretilen ve kullanılan lifler arasında yer alır. Polyester lif üretim teknolojisindeki gelişmeler ve üstün performans özellikleri, ekonomik olmalarıyla birlikte, bu liflerin tıp, giyim, spor ve çeşitli endüstriyel alanlarda temel malzemelerden biri haline gelmesini sağlar (Perepelkin, 2001). Polietilentereftalat (PET) olarak bilinen PET polyesteri, Whinfield ve Dickson tarafından keşfedilmiş ve ticari olarak ilk kez 1941'de üretilmiştir (Başer, 1992). Polyester liflerinin mukavemet değerleri, üretim yöntemine göre değişir. Standart filament şeklindeki polyester liflerinin kuru mukavemet değerleri genellikle 4-5 g/denye arasında değişir ve ıslak halde bu değer değişmez. Yüksek mukavemetli liflerde bu değer 6,40-8 g/denye aralığında olabilirken, ştapel liflerde 5,5-6,5 g/denye arasında değişir. Polyester lifi, eriyikten çekim işlemiyle üretilen ve petrol endüstrisinden elde edilen polietilentereftalat (PET) gibi malzemelerden elde edilir. Polyester lifleri, tek başına veya diğer doğal ve sentetik liflerle karışım halinde kullanılabilir (Yıldız, 2019). Polyester lifi, hidrofobik özelliği, yüksek mukavemeti ve buruşmaya karşı direnci ile tanımlanır ve diğer liflerle karıştırıldığında kullanım özelliklerini geliştirir. Boyuna kesiti genellikle pürüzsüzdür ve çubuk şeklindedir, ancak enine kesiti genellikle yuvarlak olup farklı kesit tipleri de bulunabilir. Lifler, sonsuz filament halinde üretilir ve istenilen uzunluklarda kesilebilirler. Polyester liflerinin özgül ağırlığı yaklaşık olarak $1,38 \text{ g/cm}^3$ tür ve normal koşullarda nem oranı yaklaşık %0,4 civarındadır. Mukavemet değerleri, üretim şekline ve germe miktarına bağlı olarak 4,5 ila 8 g/denye arasında değişebilir ve uzama elastikiyeti orta veya iyidir. Polyester lifler yüksek bir rezilyansa sahiptir ve buruşmadan sonra eski haline dönerler. Ancak, düşük nem emiciliği nedeniyle statik elektriklenme sorunu yaşanabilir ve pilling olgusu polyester

liflerinde sıkça görülür, çünkü yüksek kopma mukavemeti nedeniyle oluşan boncuklanmalar yüzeyden sürtünme ile dökülerek uzaklaşamaz (Baykuş, 2003).

Polyester için Güç Tutuşur Kimyasallar

Polyester için güç tutuşur kimyasal madde yapıları olarak üç farklı yaklaşım ticari olarak kullanılmıştır: polimer erimesine katkı maddeleri, güç tutuşur kopolimerler ve yüzey işlemleri. Bu yöntemlerin hepsi, aktif güç tutuşur olarak fosfor veya brom içeren bileşikler kullanmıştır. En yaygın olarak kullanılan güç tutuşur yapılardan biri, brom içeren bir fosfat ester olan tris-dibromopropilfosfat'tır, genellikle "Tris" olarak bilinir. Diğer fosfat triesterler de "tris" adını alabilirdi, ancak en tanınmış dibromopropil ürünüdür. "Tris", uygulandığında uygun miktarlarında mükemmel alev geciktirme sağlar. Ancak, "tris" in potansiyel bir kanserojen olduğu kanıtlanmış ve sonunda yasal düzenlemelerle piyasadan çıkarılmıştır. Bu dönemde, genel halk arasında, "tris" olarak adlandırılan her şey tehlikeli bir kanserojen olarak kabul edilmekteydi. Günümüzde ticari olarak kullanılan bir diğer polyester için güç tutuşur, bir emdirme-kurutma-kürleme işlemi içinde kullanılan fosfat/fosfonat karışımıdır. Bu ürün, yaklaşık %3-4 oranında uygulandığında, çeşitli polyester tekstillerine dayanıklı güç tutuşurluk sağlayabilir. Polyester için dayanıklı güç tutuşurluk işlemleri için başka bir yöntem, yüksek brom içerikli kimyasalların kullanılmasıdır. Özellikle kalıcı güç tutuşurluk eldesinde yaklaşık %8 oranında heksabromosiklododekan (HBCD) ile işlem uygulanması sonucu lif yüzeyinde bir film oluşturulması için 190 °C nin üzerinde ısıtılmalıdır. Polyester kumaşlar yanarken erir ve damla şeklinde davranır. Kumaş alevden uzaklaştıkça, bazı polyester kumaş yapıları aslında alev geciktirici işlem olmadan dikey alev testlerini geçebilir. Çocukların uyku kıyafetleri için erime-damla özelliklerinin iptal edilmesi, işlenmemiş polyester giysilerin bu pazara satılmasına olanak tanımıştır (Johnson, 2000; Levin, 1984; Schindler & Hauser, 2004).

Güç Tutuşur Kumaşların Değerlendirilmesi Testleri

Malzemenin yanma davranışını değerlendirmek için çeşitli test yöntemleri geliştirilmiştir ve bunlar malzemenin konumuna, yanma kaynağına ve yanma sırasında ortamda mevcut oksijen miktarına bağlı olarak farklılık gösterir. Piyasada yaygın olarak kullanılan test standartları arasında şunlar bulunur:

Malzemenin konumuna bağlı olarak yapılan testler: Dikey yanma testi - (DIN 54336), Havlı ve havsız yer döşemeleri için dikey yanma testi - (DIN 54332), Yatay yanma testi - (DIN 54333), 45° eğik yanma testi - (DIN 54335)

Yanma kaynağına bağlı olarak yapılan testler: Sigara testi - (BS 5852, kısım 1), Bütan gaz testi - (BS 5852, kısım 2)

Yanma sırasında ortamda gerekli olan oksijen miktarının tespiti için: LOI (Limited Oxygen Index) testi - (ASTM D 2863-00)

Yanma sırasında oluşan toksikliğin belirlenmesi için: Toksikite testi - (ISO 5659)

Açığa çıkan ısı miktarının ölçülmesi için: Cone Calorimeter-HRR

Perdeler ve benzer yapıdaki tekstiller için NFPA 701 (NFPA: National Fire Protection Association) standartlarına ek olarak, döşemelik kumaşlarda güç tutuşur davranışının değerlendirilmesinde NFPA 260 kullanılır. Güçlü tutuşurluk testleri, tutuşturucu kaynağı kaldırıldıktan sonra yanma süresini, içten yanma süresini, kömürleşme boyunu ve alanını, yanma hızını, damlama oluşumunu, zehirli/zehirsiz gaz veya duman çıkışı gibi faktörleri değerlendirir. (Ömeroğulları & Kut, 2012; Samatya, 2012).

Literatürde Yapılan Bazı Güç Tutuşurluk Çalışmaları

İngiltere’de 1735 yılında, kanvas ve keten kumaşlarında boraks ve diğer bazı kimyasalların kullanılmasıyla güç tutuşur özelliklerin elde edilmesi uygulaması başlamıştır. Daha sonraki yıllarda, pamuk kumaşlarının güç tutuşur hale getirilmesi için borik asit kullanımı da denenmiştir. 1821 yılında ise keten ve kenevir kumaşlarında güç tutuşur özelliğın kazanılması amacıyla amonyum fosfatın kullanımı gündeme gelmiştir (Bical, 2014; Weil & Levchick, 2008).

Weidong (2004) çalışmasında, mevcut alev geciktirici kimyasalların avantajları ve dezavantajları ile alternatifler ve potansiyel yeni ürünler hakkında bilgi sunulmuştur. Çalışmada, pamuk için yeni bir dayanıklı fosfor bazlı güçlü tutuşur bitim işlemi geliştirme çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar, MDPA/TMM uygulanan kumaşların en etkili alev dayanımını sağladığını ve bu bileşimin pamukta 50 yıkamaya kadar dayanıklı olduğunu göstermektedir. Fosfor ve nitrojen içeren bileşiklerin birleşimiyle oluşturulan güç tutuşur bitim işlemi, işlenmiş pamuğun termal bozunması işleminde kullanılması önerilmektedir.

Özcan ve arkadaşlarının (2004) çalışmasında, giysi ve ev tekstil ürünlerinde yaygın olarak kullanılan birçok elyafın yanıcı olduğu ve özellikle çocuklar ve yaşlılar için ciddi bir tehlike oluşturduğu giderek kabul görmektedir. Bu nedenle, giysilik kumaşlar ve ev tekstil ürünlerinde kullanılan malzemelerin yanma davranışlarının yanı sıra diğer tüm fiziksel ve kimyasal özelliklerinin bilinmesinin önemli olduğu vurgulanmaktadır.

Levchik ve Weil’in (2006) araştırmasında, fosfor bazlı alev geciktirici kimyasalların son gelişmelerini incelenmektedir. Çalışmada, bazı halojen esaslı güçlü tutuşur kimyasalların toksik etkileri nedeniyle yasaklandığı ve bu durumun halojen olmayan alev geciktiricilerin önemini artırdığı vurgulan-

mıştır. Özellikle fosfor bazlı alev geciktiricilerin, daha yüksek termal kararlılığa, daha etkin performansa ve daha düşük buharlaşma özelliklerine sahip olduğu belirtilmiştir.

Balcı'nın (2006) yüksek lisans tezi, tekstil malzemelerine kendiliğinden güç tutuşurluk özelliği kazandırma üzerine odaklanmaktadır. Çalışmada, kimyasal modifikasyon işlemlerinin farklı üretim aşamalarında kullanılarak bu özelliğin elde edilebileceği vurgulanmaktadır. Tezde ayrıca, polyester üzerinde etkili olan fosfor ve brom içeren güç tutuşma maddelerinin önemi üzerinde durulmaktadır.

El-Tahlawy'nin (2008) araştırması, çevre dostu güçlü tutuşur pamuklu tekstillerin üretimi için kitosan fosfatının yeni bir yöntem olarak denemesini incelemiştir. Kitosan, fosforilasyon sırasında eklenmiş ve fosforla sinerjik bir etki oluşturarak bir azot kaynağı gibi işlev görmüştür. Kitosanın amino grupları, selüloz hidroksillerinden daha reaktif olduğundan, sitrat tuzu fosforilasyon reaksiyonunu kolaylaştırmıştır. Kitosan konsantrasyonunun %0'dan %2'ye yükseltilmesi, pamuklu kumaşın güçlü tutuşma özelliğini artırmıştır. Ancak, %2'nin üzerine çıkarılmasıyla kumaşın termal bozunması üzerinde sınırlı bir etki gözlemlenmiştir.

Çelebi'nin (2009) çalışmasında, polyester örme kumaşın güç tutuşma davranışı incelenmiştir. Bu çalışmada, eriyikten katkılı güç tutuşur polyester ipliklerle ve katkısız (güç tutuşur olmayan) polyester ipliklerle yuvarlak örme kumaşlar üretilmiştir ve sonrasında, bu kumaşların güçlü tutuşma davranışları test edilmiştir. Yapılan testler sonucunda, 34 polimerden katkılı güçlü tutuşur polyester ipliklerle üretilen kumaşların güçlü tutuşma özelliklerinin daha iyi olduğu gözlemlenmiştir.

Gemci ve Gülşen'in (2010) çalışmasında, perdelik kumaşların yanmazlık özelliğini artırmak için %100 polyesterden üretilmiş kumaşlar üzerinde bir dizi deney gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, dispers boya kullanılarak kumaşlara uygulanan boyama işlemi sırasında borik asit ve boraks dekahidrat çözeltilerinden oluşan bir karışımın kullanılması incelenmiştir. Bu deneylerde, kumaş örnekleri çeşitli testlere tabi tutularak yanmazlık özelliği yanı sıra renk kalitesi ve dayanıklılığı da değerlendirilmiştir.

Altay (2010) çalışmasında, %100 polyester kumaşların yanmazlık özelliklerini artırmak için yeni maddelerin uygulanması incelenmiştir. Emdirme ve çektirme yöntemleriyle kumaşa işlenen fosfat temelli bileşenlerin, halojen içerenlere kıyasla daha etkili olduğu belirlenmiştir. Emdirme yöntemiyle işlenen kumaşların, çektirme yöntemiyle işlenenlere göre daha dayanıklı olduğu ve yıkama sonrası yanmazlık özelliklerini daha iyi korudukları tespit edilmiştir.

Ömeroğulları ve Kut'un 2011 tarihli çalışmasında, polyester kumaşların yanmazlık özelliklerini artırmak için doğal bir yanmaz madde kullanılmış-

tır. Bu madde, emdirme yöntemi ile kumaşa işlenmiştir. İşlem sonrası kumaşın yüzey özellikleri, Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopi (FTIR) ve Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) kullanılarak incelenmiştir. Kumaşın yanmazlık özelliği, Sınırlı Oksijen İndeksi (LOI) ölçümü ile değerlendirilmiştir.

Panduru ve Kara'nın 2023 tarihli çalışmasında, çözücü kullanılmadan vinil imidazol ve vinil fosforik asit monomerlerinin kütle polimerizasyon yöntemiyle sentezlendiği belirtilmektedir. Bu sentezlenen malzemelerden farklı oranlarda yanmaz polimer içeren solüsyonlar hazırlanmış ve yanmazlık süresini artırmak için optimum koşullar araştırılmıştır. En etkili sonuçlar, 90°C sıcaklıkta meriserizasyon yöntemiyle elde edilmiştir. Sentezlenen malzemenin yapısının analizi için Fourier Dönüşümü Kızılötesi (FT-IR) analiz yöntemi kullanılmış ve yeni bir madde sentezlendiği kanıtlanmıştır. Son olarak, sentezlenen yanmaz polimer ile işlenmiş pamuklu kumaşların karakterizasyonu için Taramalı Elektron Mikroskobu ve Enerji Dağılımlı X-Işını (SEM-EDX) analizi yapılmış, bu analizler kumaş liflerinin bütünlüğünü koruduğunu ve yanmazlık özelliğini doğrulamıştır.

Güç Tutuşurluk Alanında Geleceğin Trendleri

REACH, Avrupa Birliği'nin kimyasalların kaydedilmesi, değerlendirilmesi, yetkilendirilmesi ve kısıtlanmasını düzenleyen bir yönetmeliktir. 2007'de yürürlüğe giren bu yönetmelik, Avrupa'da üretilen veya ithal edilen kimyasalların kayıt altına alınmasını öngörmüş ve 2018'e kadar tamamlanması hedeflenmiştir. SVHC Listesi, insan sağlığına zararlı maddelerin kullanımını sınırlayarak güvenli alternatiflerin teşvik edilmesini sağlar. Alev geciktiricilerdeki kısıtlamalar, kullanıcıları daha güvenli alternatiflere yönlendirmiştir, ancak bu alternatiflerin de kendi riskleri bulunmaktadır. Bu kısıtlamalar ve endişeler, araştırmacıları doğal kaynaklardan elde edilen güç tutuşur materyallerin incelenmesine yöneltmiştir. Biyobazlı alev geciktiricilerin kullanımının artmasıyla, bitkilerden elde edilen doğal bileşenlerin sentetik alternatiflerin yerini alabileceği düşünülmektedir (Kutlay, 2020).

Fosfor - Azot Sinerjik Etkisiyle Polyester Kumaş için Sürdürülebilir Güç Tutuşur Polimerin, Emülsiyon Polimerizasyonu Yöntemiyle Sentezi ve Karakterizasyonu

Materyal ve Metot

Çalışmamızda, Harput Tekstil San. ve Tic. A.Ş. tarafından sağlanan %100 polyester kumaş kullanılmıştır. Bu polyester kumaşın özellikleri, Tablo 1'de belirtilmiştir. Bu kumaş, deneylerimizde kullanılan ana malzemedir ve tüm testler bu kumaş üzerinde gerçekleştirilmiştir.

Tablo 1: Polyester kumaşa ait bilgiler

	% 100 POLYESTER (HAKİ RENKLİ KUMAŞ)	
Gramaj	283 g/m ²	
	İplik Cinsi	Sıklık
Atkı	692 Den Pes Img	15 a/cm
Çözü	620 Den Pes Img	19 ç/cm
Örgü	Bez 1/1	

Güç Tutuşur Polimer Sentezi

Sentez aşamamızda Sigma Aldrich firmasından temin edilen, 2-Hidroksietil metakrilat (CAS No: 868-77-9), Etilen Glikol Dimetakrilat (CAS No: 97-90-5), Potasyum Persülfat (CAS No: 7727-21-1) ve Ataman Kimya firmasından temin edilen Amoyum Polifosfat (Cas No: 68333-79-9) kimyasalları kullanılmıştır. Temin edilen kimyasallar dışında sentezde çözücü olarak distile su kullanılmıştır. Her bir kimyasal 1mol oranında alınarak sentez, sıcak su ceketli cam reaktör içerisinde 5 saat boyunca 70°C de, 5 saatin sonunda 25°C de devam ettirilmiştir. Sentez üç aşamada gerçekleşmiştir, hazırlık aşamalarına ait görseller şekillerde verilmiştir (Şekil 4, a-b).

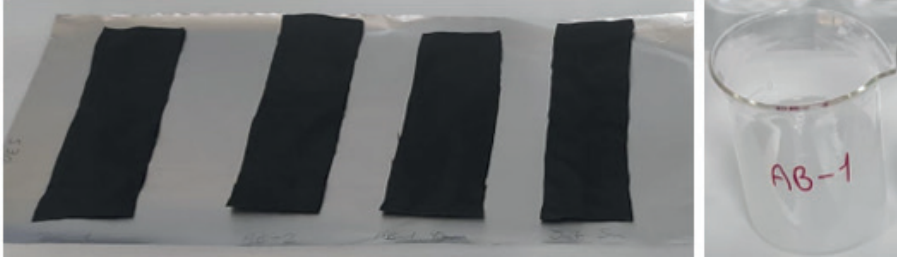
**Şekil 4.** Sentez Aşaması (a, b)

Yapılan sentez sonrasında %100 Polyester haki renkli kumaş FR yakma denemeleri yapılmak üzere kumaştaki 4'er numune hazırlanmıştır. Kumaşlara ait bilgiler şöyledir:

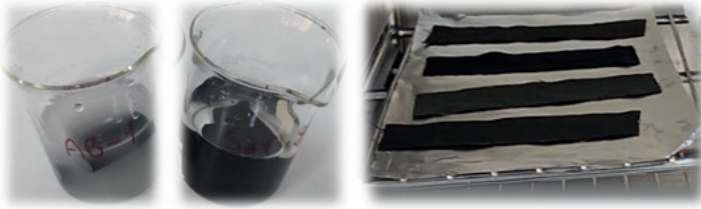
%100 Polyester haki renkli kumaş:

- 2 Adet polimer çözeltisi ile muamele edilmiş
- 1 Adet polimer çözeltisi ile muamele işlemi sonrasında yıkama yapılmış
- 1 Adet Saf Su ile muamele edilmiş

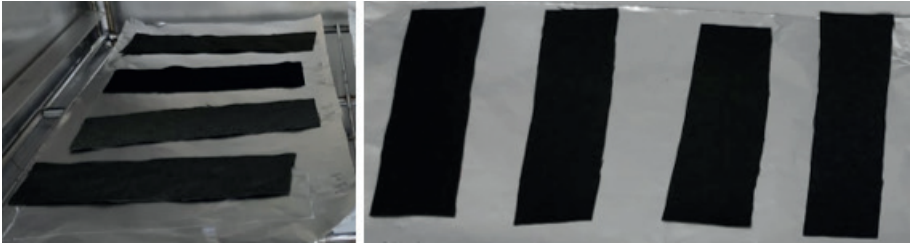
şeklinde hazırlanmıştır (Şekil 5, 6 ve 7).



Şekil 5. Yakma denemesi öncesi hazırlık aşaması numuneler ve polimer çözeltisi

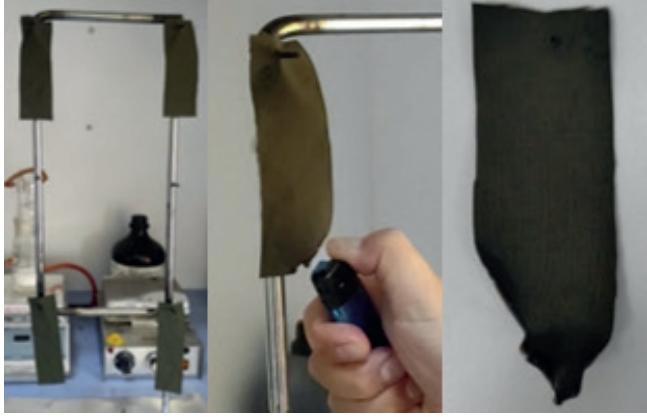


Şekil 6. Kumaş numunelerine polimer çözeltisi emdirme ve Etüvde kurutma aşaması (130°C)



Şekil 7. Yeniden Kurutma aşaması ve Kuruyan numunelerin son görünüşleri

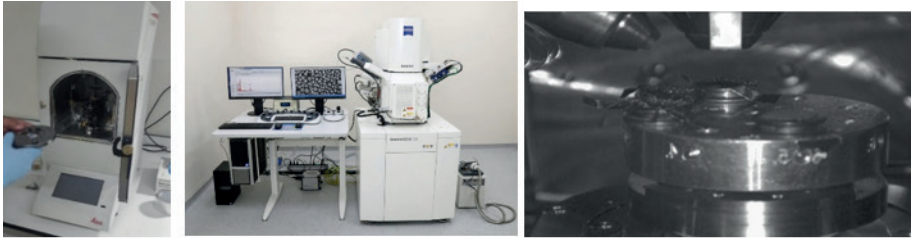
Kumaş numunelerinin yıkama işlemleri su ve deterjan ile yapılmıştır. Kurutma işlemleri etüvde 130°C de 20-30dk aralığında gerçekleştirilmiştir. Kurutma sonrasında numuneler 24 saat boyunca bekletilmişlerdir. Daha sonra test düzeneğine asılarak yakma denemelerine başlanmıştır. Numunelerin yakma işlemi öncesi ve sonrası görünüşleri aşağıdaki şekillerde verilmiştir.



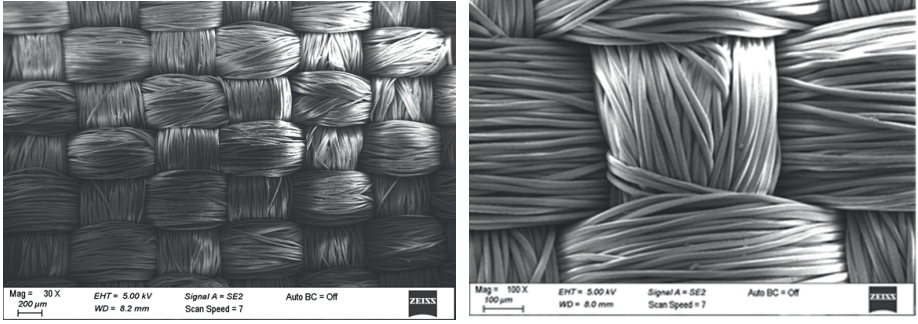
Şekil 8. Yakma denemesi öncesi kumaş numunelerinin görünüşleri, Polimer çözeltisiyle muamele edilmiş olan Polyester kumaş numunesi yakma denemesi

Yakma denemeleri (Şekil 8 ve Şekil 9) sonucunda Polyester kumaşa uygulanan Polimer çözeltisinde yanma olmamakla birlikte çok az bir erime gözlenmiş olup bu erime esnasında beyaz duman çıkışı olduğu gözlenmiştir. Polimer, yıkama yapılmayan haki renkli polyester kumaş üzerinde çok iyi çalışmıştır.

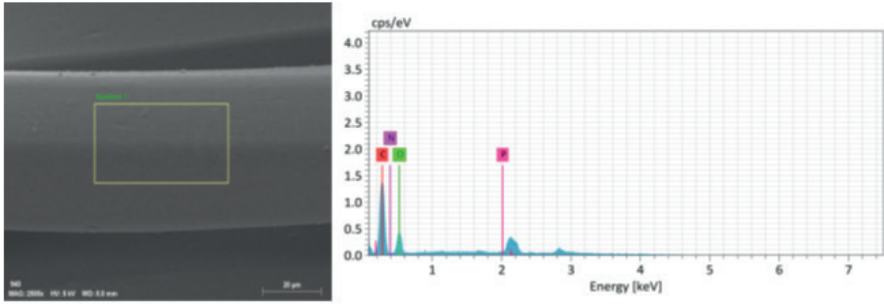
FR polimerine ait SEM-EDS ve TGA- DSC analizleri Bursa Teknik Üniversitesinde yapılmıştır. Aşağıda görselleri verilen Leica / ACE600 Kaplama cihazı, SEM görüntüleri Zeiss / Gemini 300 - EDS görüntüleri Bruker / XFlash 6I100 cihazları ile elde edilmiştir.



Şekil 9. Kaplama cihazı, SEM cihazı ve Mikroskop altındaki kumaş numuneleri

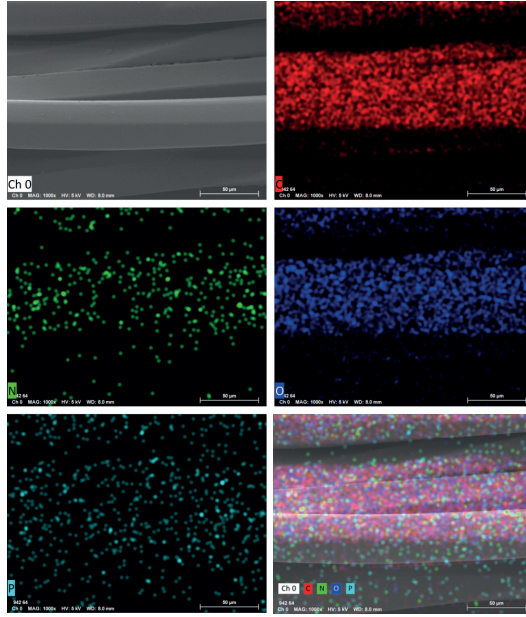


Şekil 10. *Polimer Çözeltisi ile muamele edilmiş Yeşil Polyester kumaş, uzak çekim ve yakın çekim Görüntüleri*

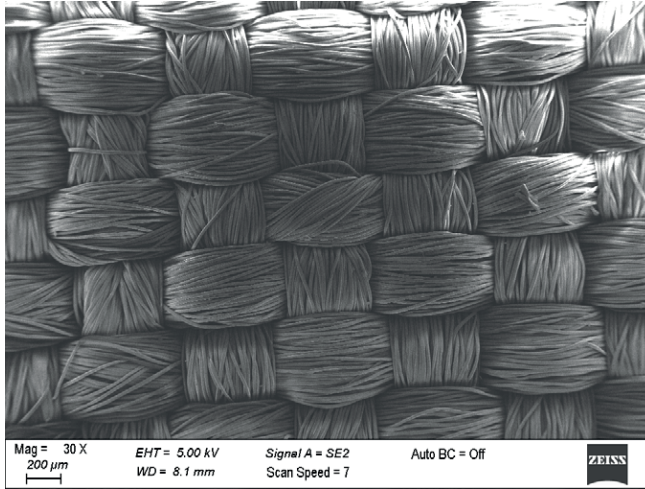


Spektrum	Karbon	Azot	Oksijen	Fosfor
Spektrum 1	69.16	1.09	23.16	6.49

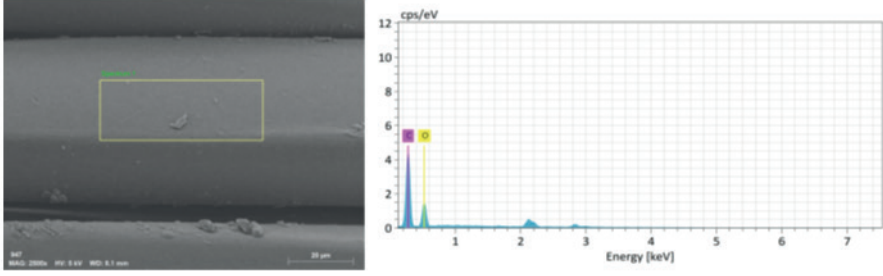
Şekil 11. *Polimer çözeltisi ile muamele edilmiş olan kumaş numunesine ait tek bir lif üzerindeki Karbon(C), Azot(N), Oksijen(O) ve Fosfor(P) oranları*



Şekil 12. Polimer Çözeltisi ile muamele edilmiş kumaşa ait SEM – EDS görüntüleri

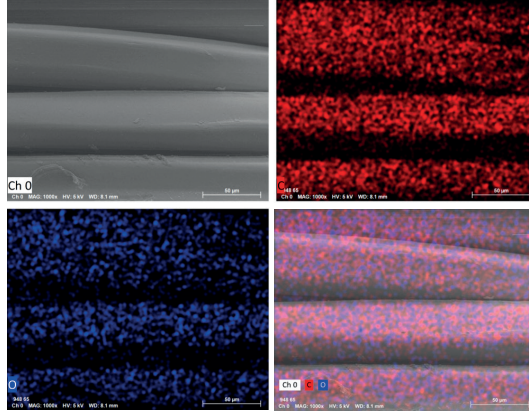


Şekil 13. Saf su ile muamele edilen Polyester Kumaş

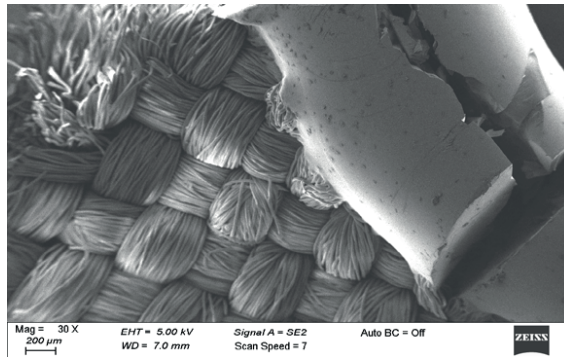


Spektrum	Karbon	Oksijen
Spektrum 1	69.60	30.40

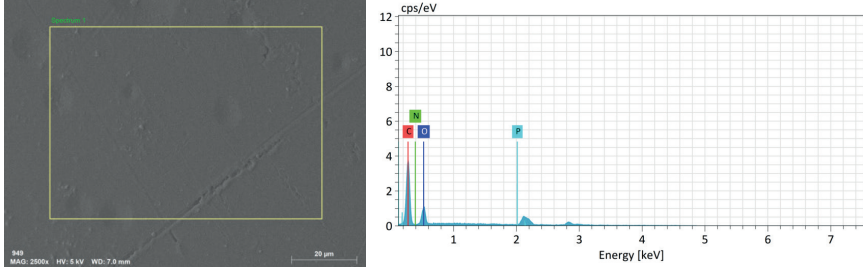
Şekil 14. Saf su ile muamele edilmiş olan Haki Polyester kumaş numunesine ait tek bir lif üzerindeki Karbon(C), Azot(N), Oksijen(O) ve Fosfor(P) oranları



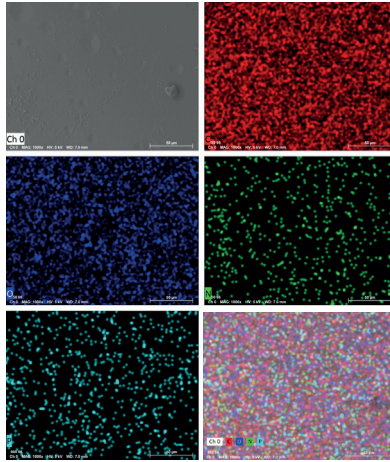
Şekil 15. Saf su ile muamele edilmiş kumaşa ait SEM – EDS görüntüleri



Şekil 16. Polimer Çözeltisi ile muamele edilmiş Haki Polyester kumaşın yakma işlemi sonrası görünümü



Spektrum	Karbon	Azot	Oksijen	Fosfor
Spektrum 1	69.40	1.48	25.66	3.46



Şekil 17. Polimer Çözeltisi ile muamele edilmiş Haki Polyester kumaşın yakma işlemi sonrası kumaş numunesine ait tek bir lif üzerindeki Karbon(C), Azot(N), Oksijen(O) ve Fosfor(P) oranları SEM – EDS görüntüleri

SEM-EDS görüntüleri incelendiğinde FR polimeri ile muamele edilmiş olan polyester kumaş yüzeyinde Karbon, Azot, Fosfor ve Oksijenin homojen olarak dağıldığı gözlenmiştir. SEM görüntüleri, komşu liflerde oluşmuş sürekli bir fosfor-azot filmi ve bu liflerin duvarlarını kısmen kaplayan bir yapıyı göstermiştir. SEM analizi sonrasında AB-1 Polimeri ile muamele edilmiş olan kumaşa ait veriler şu şekildedir; Karbon oranı: %69.16, Azot oranı: %1.09, Oksijen oranı: 23.16 ve Fosfor oranı: %6.49'dur.

Sadece Saf su ile muamele edilmiş kumaş numunesinde ise %69.60 Karbon ve %30.40 Oksijen değerleri gözlenmiştir.

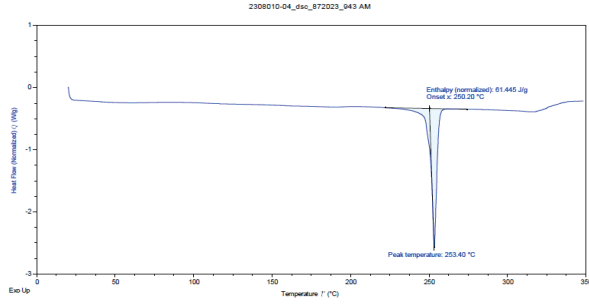
FR Polimeri ile muamele edildikten sonra yakma işlemi gerçekleştirilen polyester kumaşın SEM-EDS analizi sonrasındaki değerler ise şu şekildedir: Karbon: %69.40, Azot: %1.48, Oksijen: 25.66 ve Fosfor: %3.46 olarak analiz

edilmiştir. Yakma işlemi sonrasında analiz edilen kumaşta karbon oranında yakılmamış AB-1 polimerli kumaşa kıyasla yalnızca %0.24'lük bir artış görülmüştür. Yakma işlemi gerçekleştirilen kumaşın diğer özelliklerini ve bütünlüğünü koruduğu gözlemlenmiştir.

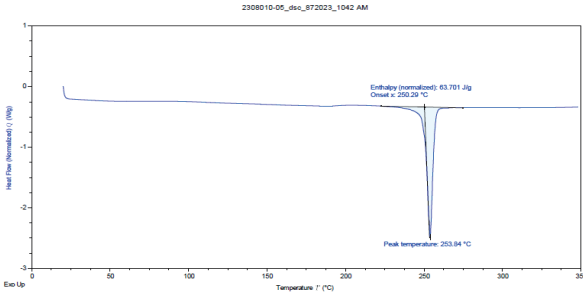
DSC-TGA analizlerine ait görüntü ve bilgiler aşağıda verilmiştir.



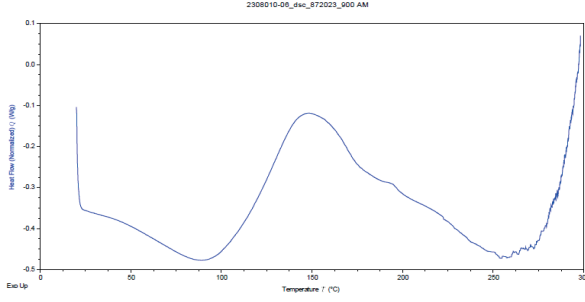
Şekil 18. TA Instruments / DSC250 Diferansiyel Taramalı Kalorimetri (DSC)



Şekil 19. FR Polimerli Kumaş DSC Analizine ait grafik



Şekil 20. Polyester Kumaşa ait DSC Analizine ait grafik



Şekil 21. Etüvde kurutulmuş olan FR polimerine ait DSC grafiği

DSC grafikleri, bir malzemenin sıcaklık ve ısı akışı verilerini içermektedir. Grafikler, malzemenin güç tutuşur kumaş özelliklerini analiz etmek için kullanılmıştır. Grafikteki değerler, malzemenin özelliklerini tanımlamak için verilmiştir. Çalışmamızdaki DSC ve TGA analizleri Bursa Teknik Üniversitesi MERLAB'da TA Instruments / DSC250 Diferansiyel Taramalı Kalorimetri (DSC) cihazı ve TA Instruments / SDT 650 TGA Analiz cihazı ile yapılmıştır. Cihazlara ait görseller Şekil.28 ve Şekil.32 de verilmiştir.

FR Polimerli Kumaş grafiğindeki verilere göre, polimerin termal bozunma sıcaklığı yaklaşık 400°C'dir. Bu sıcaklıkta, polimerin ağırlık kaybı hızla artar ve polimerin termal kararlılığı azalır. Bu, polimerin yüksek sıcaklıklarda bozunmaya daha yatkın olduğunu gösterir.

Peak temperature, malzemenin en yüksek sıcaklığıdır ve bu değer 253.40°C'dir. Bu sıcaklıkta, malzeme en yüksek ısı akışına sahiptir. Enthalpy (normalized), malzemenin entalpisini normalleştirilmiş birimlerde ifade eder ve bu değer 61.445 J/g'dir. Bu değer, malzemenin birim kütesinin başlangıç sıcaklığından peak sıcaklığına kadar olan ısı değişimini ifade eder. Onset x, malzemenin reaksiyonunun başlangıç sıcaklığıdır ve bu değer 250.20°C'dir. Bu sıcaklıkta, malzeme termal olarak bozunmaya başlar.

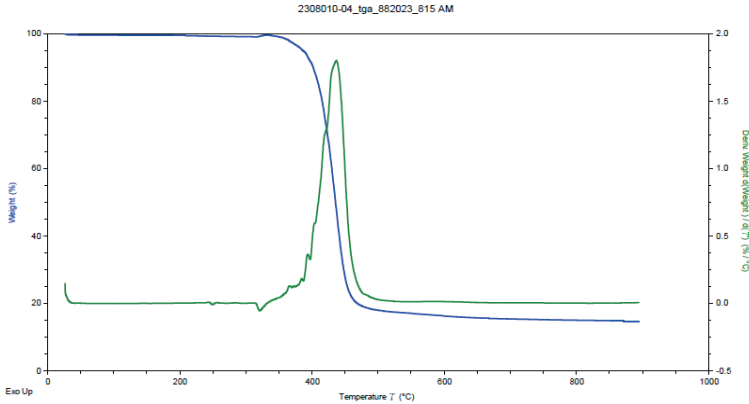
Grafikteki veriler ayrıca, polimerin güç tutuşur özelliğinin termal davranışı üzerindeki etkisini de gösterir. Polimerin termal davranışı, güç tutuşur polimerin etkisiyle değişebilir. Örneğin, grafikteki veriler, polimerin termal bozunma sıcaklığının güç tutuşur polimerin varlığında arttığını gösterir.

Polyester Kumaşa ait DSC grafiğinde x-ekseni sıcaklığı, y-ekseni ise normalleştirilmiş ısı akışını gösterir. Normalleştirilmiş ısı akışı, malzemenin kütesine göre düzeltilmiş ısı akışıdır. Grafikteki veriler şunlardır: Peak temperature: 253.84 °C 1: Bu, malzemenin en yüksek sıcaklığıdır. Bu sıcaklıkta, malzeme en fazla ısıyı emer. Enthalpy (normalized): 63.701 J/g 1: Bu, malze-

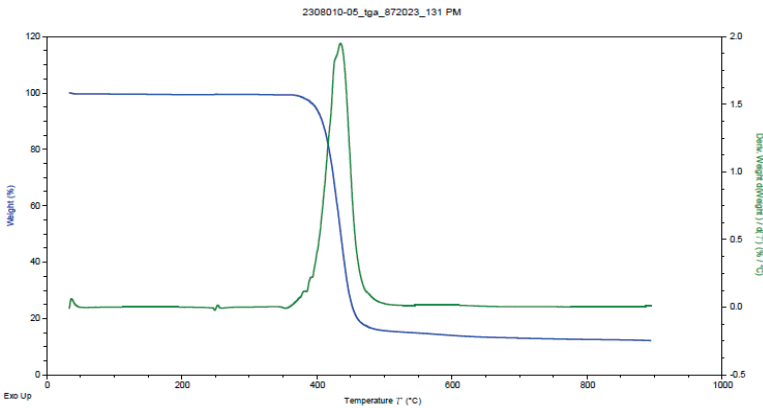
menin entalpisidir. Entalpi, bir malzemenin ısı içeriğini gösterir. Bu değer, malzemenin kütlesine göre normalize edilmiştir. Onset x: 250.29 °C 1: Bu, malzemenin reaksiyonunun başlangıç sıcaklığıdır. Bu sıcaklıkta, malzeme reaksiyona girer ve ısı salınır.



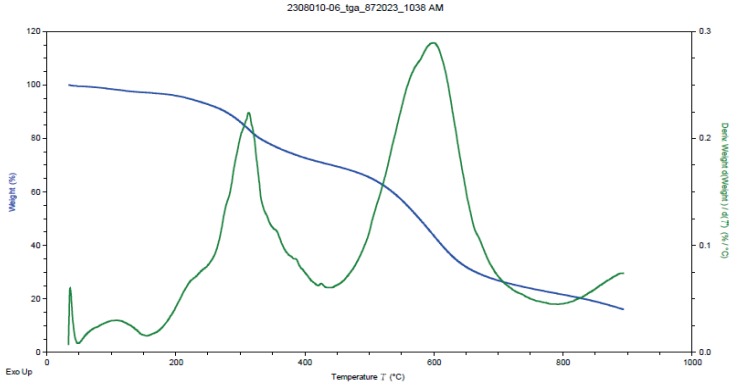
Şekil 22. TA Instruments / SDT 650 TGA Analiz cihazı



Şekil 23. FR Polimerli Kumaş TGA Analizine ait grafiği



Şekil 24. Polyester kumaşa ait TGA grafiği



Şekil 25. Etüvde kurutulmuş olan FR polimerine ait TGA grafiği

Kumaşların sıcaklık bozunumu etkilerini ölçmek için TGA analiz yöntemi kullanılmıştır. Kontrol ve işlenmiş örneklerin TGA eğrileri Şekillerde gösterilmiştir. TGA analizi azot (N_2) atmosferinde ve ısıtma hızı $10^\circ C/dk$ olarak gerçekleştirilmiştir. Kontrol ve işlenmiş örneklerin TG eğrilerinde üç aşamada görüldü; ilk aşama, $100^\circ C$ 'nin altındaki bir sıcaklıkta gerçekleştirilmiştir. Burada, polimerin kütsel kaybı öncelikle emilmiş neme bağlıdır. Ana piroliz aşaması yaklaşık $300^\circ C$ sıcaklıklarında meydana geldi.

TG eğrisi, hızlı bozunmanın $300^\circ C$ 'de başladığını gösterir; işlenmiş kumaşın kütselinin yalnızca yaklaşık %0.24'ünü kaybettiği, görülmüştür. $400^\circ C$ 'de işlenmiş kumaşın %79'u kaybederken, kontrol kumaşı tüm ağırlığını kaybetmiş ve cüruf oluşturmaya başlamıştır. İşlenmiş kumaşın ağırlık kaybı, işlenmemiş kumaşa göre daha yavaştır. Bu durum, işlenmiş kumaşta bulunan polimerin etkisi olabilir. Kontrol örneği, ağırlığını (piroliz) $100^\circ C$ 'den itibaren yavaşça kaybetmeye başlarken, işlenmiş kumaş $300^\circ C$ 'de pirolize başlar, bu da işlenmiş örneğin bozunma sıcaklığının $200^\circ C$ daha düşük olduğu anlamına gelir. Bu nedenle AB-1 Polimeri uygulamasının dönüşüm bölgesini genişlettiği ve dönüşüm içinde kütsel kaybı azalttığı varsayılmaktadır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma 5210066'nolu TÜBİTAK TEYDEP 1505 Üniversite-Sanayi İşbirliğini Destekleme Programı projesi tarafından desteklenmektedir. Bursa Uludağ Üniversitesi ile HARPUR TEKSTİL SANAYİ VE TİCARET A.Ş. ve TEKNOLOJİ TRANSFER MEKANİZMALARI DESTEK GRUBU (TEMEG) ile patent aşamasındadır. Yazarlar destekleri için Tübitak'a teşekkür etmektedir.

KAYNAKÇA

- Akdoğan E, Tarakçılar A.R, Topcu M, Yurtseven R.,** (2015) Alüminyum hidroksit ve magnezyum hidroksit katkısının termoplastik poliüretan malzemelerin mekanik özelliklerine etkisi. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi 21 (8):376-380. <https://doi.org/10.5505/pajes.2015.24572>
- Aslankılıç, Z.,** (2008) Alev Geciktirici Katkı Maddelerinin PVC Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. İstanbul. 62s.
- Başer, İ.,** 1992. Elyaf Bilgisi. Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi.
- Baykuş, D.,** 2003. Elastan İçeren Dokuma Tekstil Ürünlerinde Performans Belirleme ve İyileştirme Yöntemlerinin Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, ÇÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği, Adana.
- Bical, A.** (2014). Pamuk/Polyester Karışımı Dokuma Kumaşlarda Güç Tutuşurluğun Sağlanmasına Yönelik Apre Kimyasalının Geliştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Tekstil Mühendisliği Programı.
- Calamari, T. A., & Harper, R. J. (1994).** Flame retardants for textiles. In Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology (4th ed., Vol. 10, pp. 420-425).
- Çakır, Yiğit, N.** (2022). Alev geciktirici polimerlerin sentezine yönelik güncel yaklaşımlar. J. Innovative Eng. Nat. Sci., 2(2), 95-113. <http://dx.doi.org/10.29228/JIENS.63353>
- Dede, M.** (2016) Dopo içeren monomerlerin sentezi, karakterizasyonu ve polyester, poliüretan formülasyonunda kullanılarak alev geciktirici özelliklerinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, YTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Demirel, M.,** Cam Elyaf Takviyeli Polyester Kompozitlere Yanmazlık Özelliği Kazandırılması. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. Ankara. 160s. (2007).
- Duran, K. , Bahtiyari, I. , et al .** (2007) Protective nonwoven technical textiles. Tekstil ve Konfeksiyon, 17: 174–177.
- Duru, Baykal, P., & Karataş, E.** (2021). Güç Tutuşurluk Apresinin Denim Kumaş Performans Özelliklerine Etkisinin Araştırılması. Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, 36(1), 43-53.
- Flambard, X., Bourbigot, S., et al.** (2005) Progress in safety, flame retardant textiles and flame barriers for seats in transportation. Polymer Degradation and Stability, 88: 98–105.
- Gemci, R., Gülşen, G., 2010.** Güç Tutuşur Kumaş Üretiminde Bor Bileşiklerinin Kullanılması. Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi, 4(1), 1-10.

- Gu L, Chen G, Yao Y.**, (2014) Two novel phosphorus–nitrogen-containing halogen-free flame retardants of performance for epoxy resin. *Polymer* <https://doi.org/10.1016/j.polyimdegadstab.2014.05.030>
- Guo W, Cai W, Wang D, Wang J, Zhu X, Fei B.**, (2022) Halogen-free flame retarded poly (lactic acid) with an isosorbide-derived polyphosphonate. *Journal of Renewable Materials* 10 (7):1875-1888. <https://doi.org/10.32604/jrm.2022.018823>
- Harımdar, N., & Akarslan, F.**, (2020). Pamuklu Tekstil Mamullerine Güç Tutuşurluk Özelliğinin Kazandırılması İçin Alternatif Kimyasalların Araştırılması. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, Sayı 19, ss. 290-296. ISSN:2148-2683.
- Horacek H, Grabner R.**, (1996) Advantages of flame retardants based on nitrogen compounds. *Polymer Degradation and Stability* 54 (2-3):205-215. [https://doi.org/10.1016/S0141-3910\(96\)00045-6](https://doi.org/10.1016/S0141-3910(96)00045-6) [47]
- Horrocks A. R.**, 1996 Developments in Flame Retardants for Heat and Fire Resistant Textiles-The Role of Char Formation and Intumescence. *Polymer Degradation and Stability*. 54:143-154.
- Horrocks, A. R., Nazare, S., et al.** (2004) The particular flammability hazards of nightwear. *Fire Safety Journal*, 39: 259–276.
- Innes, A., & Innes, J.** (2011) Flame Retardants. *Applied Plastics Engineering Handbook*, 469–485. doi:10.1016/b978-1-4377-3514-7.10027-3
- J., Schindler W. D. ve Hauser P.** 2004, *Chemical Finishing of Textiles*. s.l. : CRC Press.
- Johnson J R**, 2000, *Functional Finishes and High Performance Textiles*, AATCC Symposium, Charlotte, NC, January 27–28.
- Kabasakal, F. Müge.**, (2011) Hammaddeleri farklı tekstil malzemelerine güç tutuşurluk özelliğinin kazandırılmasında yeni uygulamalar (Yüksek lisans tezi). Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Kahramanmaraş.
- Kamath, M. G., Bhat, G. S., et al.**, (2009) Processing and characterization of flame retardant cotton blend nonwovens for soft furnishings to meet federal flammability standards. *Journal of Industrial Textiles*, 38: 251–262.
- Kandola B.K., Horrocks A.R.**, (1999), Complex Char Formation in Flame Retardant Fiber/Intumescent Combinations : Physical and Chemical Nature of Char, *Textile Research Journal*, 69 ,p374–81.
- Kashiwagi, T., Hamins, A., Steckler, K.D., & Gilman, J.W.**, (1996). Polymer Combustion and New Flame Retardants. *Proceedings of 7th Annual BCC Conference on Flame Retardancy*, Stamford, CT, 26p.
- Kellyn S. Betts**, 2008, New Thinking on Flame Retardants, *Environmental Health Perspectives* 116:5 CID: <https://doi.org/10.1289/ehp.116-a210>
- Kutlay, K.** (2020). Buğday Kapçığı Kullanılarak Geliştirilen Kaplamalı Polyester Tekstil Yüzeylerinin Güç Tutuşurluk Özellikleri. (Yüksek Lisans Tezi). Bursa Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Lif ve Polimer Mühendisliği Anabilim Dalı.

- Kutlu, B.**, (2002), Isıya Dayanıklı ve Isıdan Koruyucu Giysilerin Termal Analizi ve Performans Özellikleri. Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. s.6, 41, 48 İzmir. 111s.
- Kutlu, B.**, (2008) Plazma Teknolojisi Kullanılarak Çeşitli Doğal ve Sentetik Liflerin Buruşmazlık ve Güç Tutuşurluk Özelliklerinin Geliştirilmesi. Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi. İzmir. 112s.
- Laoutid F, Bonnaud L, Alexandre M, Lopez-Cuesta J-M, Dubois P.**, (2009) New prospects in flame retardant polymer materials: From fundamentals to nanocomposites. *Materials Science and Engineering: R: Reports* 63 (3):100-125. <https://doi.org/10.1016/j.mser.2008.09.002>
- Levchik SV, Weil ED.**, (2008) New developments in flame retardancy of styrene thermoplastics and foams. *Polymer international* 57 (3):431-448. <https://doi.org/10.1002/pi.2282>
- Levchik, S. V. and Weil, E. D.**, 2000, Combustion and fire retardancy of aliphatic nylons, *Polymer International*, 49(10), 1033-107.
- Levin M**, 1984 *Handbook of Fiber Science and Technology, Vol. II, Chemical Processing of Fibers and Fabrics. Functional Finishes, Part B*, Levin M and Sello S B (eds), New York, Marcel Dekker, 1-141.
- Lewin M.** 2001, Synergism and Catalysis in Flame Retardancy of polymers. *Polymers for Advanced Technologies*. 12:215-222.
- Lu, S.Y., Hamerton, I.**, (2002), Recent Developments in The Chemistry of Halogen-Free Flame Retardant Polymers., *Progress In Polymer Science*, 27:1661-1712.
- Ömeroğulları, Z., Kut, D.**, 2011. Doğal Yapıda Güç Tutuşur Madde Kullanımı ile Polyester Kumaşın Yanma Davranışının İncelenmesi. *Tekstil ve Konfeksiyon*, 21(4), 364-368.
- Ömeroğulları, Z., Kut, D.**, 2012. Tekstilde Güç Tutuşurluk. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 17(1), 27-42.
- Panduru, A., & Kara, A. (2022).** Fosfor ve azot içeren güç tutuşturucu polimerlerin sentezi, karakterizasyonu, %100 pamuklu kumaşlara uygulaması ve yanma davranışlarının incelenmesi. [Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Fizikokimya Anabilim Dalı]. Bursa.
- Perepelkin K.E.**, 2001. "Poly(ethylene Terephthalate) and Polyester Fibres – 60 th Anniversary of The First Patent- Polyester Fibres abroad in the third millenium". *Fibre Chemistry*, Vol 33, No.5, doi:10.1023/A:1013983922779
- Price D. ve Horrocks A. R.** 2001, *Fire Retardant Materials*. s.l. : CRC Press.
- Samatya, S.**, 2012. Kişisel ve Mülkiyet Koruyucu Teknik Tekstiller. Çukurova Üniversitesi Tekstil Mühendisliği, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 418.
- Schindler, W.D., & Hauser, P.J.** (2004). *Chemical Finishing of Textiles*. Woodhead Publishing Series in Textiles.

- Stackman R.W.**, (1982) Phosphorus based additives for flame retardant polyester. 2. Polymeric phosphorus Industrial & Engineering Chemistry Product Research and Development 21 (2):332-336. <https://doi.org/10.1021/i300006a028>
- Stegmaier, T., Mavelly, J., et al.** (2005) High performance and high functional fibres and textiles. In: Shishoo, R. (ed.) Textiles in Sport . Cambridge: Woodhead Publishing, pp. 89–119.
- Şahin, Ş. (2019)**. Fosfor Esaslı Bileşikler İle Katkılandırılmış Poli(Metil Metakrilat)'ın Güç Tutuşurluk Özelliklerinin İncelenmesi [Yüksek lisans tezi, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İleri Teknolojiler Anabilim Dalı].
- Veen I. ve Boer J.** 2012, Phosphorus Flame Retardants: Properties, Production, Environmental Occurrence, Toxicity and Analysis. Chemosphere. 88:1119-1153.
- Velencoso MM, Battig A, Markwart JC, Schartel B, Wurm FR.**, (2018) Molecular firefighting-how modern phosphorus chemistry can help solve the challenge of flame retardancy. Angew Chem Int Ed Engl 57 (33):1045010467. <https://doi.org/10.1002/anie.201711735>
- Weil E. D. ve S. V. Levchick.** 2008, Flame Retardant in Commercial Use for Development for Textile. *Journal Fire Sciences*. 26: 243.
- Yıldız, G.** (2019). Protein, Pamuk, Viskon Ve Polyester Esaslı Örme Kumaş Özelliklerinin Karşılaştırılması. (Yüksek Lisans Tezi). Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa.
- Zhang, S. and Horrocks, A. R.**, 2003, A review of Flame Retardant polypropylene fibres, *Progress in Polymer Science*, 28(11), 1517-1538.