

OTİZM SPEKTRUM BOZUKLUĞU OLAN ÇOCUKLARDA KALIPLAŞMIŞ DAVRANIŞLAR VE KALIPLAŞMIŞ DAVRANIŞLARIN YENİLİKÇİ YAKLAŞIMLARLA SAPTANMASI

Ayşe TUNA**

ÖZET

Kalıplaşmış davranışlar, Otizm Spektrum Bozukluğunun (OSB) yaygın bir belirtisidir. Bu davranışlar OSB'de kişiden kişiye önemli ölçüde değişiklik gösterebilir. OSB'li bazı çocuklar sürekli olarak kalıplaşmış davranışlarda bulunurken, diğerleri sadece stresli, endişeli ya da üzgün olduklarında bu tür davranışlar sergilerler. Kalıplaşmış davranışların tanımlayıcı özellikleri normalde alışılmadık olması, işlevsiz görünmesi ve defalarca ortaya çıkması olarak sıralanabilir. OSB'nin tanımlayıcı belirtilerinden olmasına rağmen, kalıplaşmış davranışlar yalnızca OSB'ye özgü değildir ve normal gelişim gösteren çocuklarda da bulunabilir. Ancak OSB'li çocuklarda daha yaygın ve şiddetlidir. Kalıplaşmış davranışları belirlemek ve tanımak OSB'yi teşhis etmede yardımcı olabilir. Bu nedenle, bu çalışmada, kalıplaşmış davranışları tespit etmek için önerilen yeni yaklaşımlar sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Otizm Spektrum Bozukluğu, Kalıplaşmış Davranışlar, Tanıma, Doğruluk

STEREOTYPED BEHAVIOURS IN CHILDREN WITH AUTISM SPECTRUM DISORDER AND DETECTING STEREOTYPED BEHAVIOURS BY USING NOVEL APPROACHES

ABSTRACT

Stereotyped behaviours are a common symptom of Autism Spectrum Disorder (ASD). In case of ASD, they can vary dramatically from person to person. While some children with ASD engage in stereotyped behaviours constantly, others only sometimes perseverate when they are stressed, anxious, or upset. Defining features of stereotyped behaviours are that stereotyped behaviours are typically unusual, appear non-functional, and occur over and over again. Although they are one of the diagnostic symptoms of ASD, stereotyped behaviours are not unique to the ASD and they can be found in typically developing children, too. But they are more common and severe in children with ASD. Identifying and recognising stereotyped behaviours can help in diagnosing ASD. Therefore, in this study, new approaches proposed to detect stereotyped behaviors are presented.

Keywords: Autism Spectrum Disorder, Stereotyped Behaviours, Recognition, Accuracy

Giriş

Tekrarlayan, amaçsız davranışlar, yani kalıplaşmış davranışlar, Otizm Spektrum Bozukluğu (OSB) olan çocuklarda yaygın olarak görülmektedir (Boyd ve diğerleri, 2010; Sanchack ve Thomas, 2016). Bu davranışların örnekleri kişiden kişiye önemli ölçüde değişiklik gösterebilir. En belirgin kalıplaşmış davranışlar kafa vurma, nesnelere döndürme, oyuncakları tekrarlı bir şekilde sıraya dizme, çekmeceleri veya kapıları açma ve kapama, ileri geri sallanma, nesnelere sallama, hızlanma veya düşünme, aynı şeyi defalarca söylemek ya da sormak gibi birçok farklı davranışı içerir (American Psychiatric Association, 2013). Normal gelişim gösteren çocuklarda da görülebilmelerine rağmen, OSB'li çocuklarda çok daha yaygın ve şiddetlidir (Kim ve Lord, 2010).

Kalıplaşmış davranışlar, OSB'li küçük çocuklarda hemen hemen her zaman mevcuttur ve büyüdüklerinde de devam eder (Kim ve Lord, 2010). OSB'li bazı çocuklar sürekli olarak kalıplaşmış davranışlarda bulunurken, diğerleri bunu yalnızca endişeli, üzgün veya stres altındayken yapar (Condy, Scarpa ve Friedman, 2019). Kalıplaşmış davranışlar çoğu zaman açık olsa da sıradan insanlar tarafından anlaşılmayabilir. Kalıplaşmış davranışlar yalnızca başkalarını rahatsız etmekle kalmaz, aynı zamanda çeşitli sosyal sorunlara da yol açabilir.

** Öğr. Gör. Dr., Trakya Üniversitesi, aysetuna@trakya.edu.tr, ORCID: 0000-0003-2666-1694

Dahası, günlük yaşamdaki iletişim ve etkinliklere katılımın önünde önemli bir engel teşkil eder (Park ve diğerleri, 2016).

Kalıplaşmış davranışlar çoğunlukla kendi kendini sakinleştirme aracıdır (İbrahim ve diğerleri, 2019). Odaklanma sıklığı ve şiddeti fazla olmayan belirli bir hareket silsilesini takip etmesi kişinin OSB'li olduğunu göstermez ve genellikle bu davranışlardaki değişiklikler çok fazla sıkıntıya neden olmaz. Bununla birlikte, bu davranışlar günlük faaliyetlerin önüne geçtiğinde, okul ya da iş yaşamını zorlaştırdığında ciddi bir sorun haline gelebilmektedir. OSB'li çocukların çoğunun, alıştıkları programlarının ya da rutinlerinin değiştirilmesi istendiğinde endişe duydukları bilinmektedir. Değişiklikler normal gelişim gösteren çocuklar için sorun teşkil etmeyebilirken OSB'li çocuklar için bu tür değişiklikler oldukça can sıkıcı olabilir. Örneğin, OSB'li bir çocuktan programını veya rutinini değiştirmesi istendiğinde, çocuk oldukça yüksek işlevsellikte olsa bile duruma vereceği yanıt yoğun öfke veya kaygı olabilir.

Kalıplaşmış davranışların nedeni tam olarak bilinmemekle birlikte, kalıplaşmış davranışlar riskli veya tehlikeli ise değiştirilmelidir. Öte yandan, kalıplaşmış davranışlar bir çocuğun günlük yaşamına olumsuz yönde etki etmiyorsa, müdahale edilmelerine gerek yoktur (McLaughlin ve Fleury, 2020). Mevcut uygulamaların çoğunun, OSB'li bazı çocuklarda etkili olurken diğerlerinde daha az etkili olduğu bilinmektedir. Örneğin, eğer sorun davranışsal boyutta ise, kalıplaşmış davranışı bastırmak için davranışsal teknikler kullanılabilir. Öte yandan, çocuk tarafından aşırı duygusal girdiyi engellemek için tekrarlayan davranışlar kullanılıyorsa, çocuğun kendini sakinleştirmesine ve kontrol duygusunu yeniden kazanmasına yardımcı olmak için duygusal bütünleştirme teknikleri kullanılabilir. Floortime (Autism Speaks, b.t.) veya Son-Rise (Kaufman, 1995; Autism Treatment Center of America, b.t.) gibi terapötik teknikler, kalıplaşmış eylemleri anlamlı etkinliklere dönüştürmede yardımcı olabilir. Ancak kaygı bozukluğu, nörolojik veya kimyasal bir sorun kalıplaşmış davranışlara neden oluyorsa, ilaç kullanımı davranışları kontrol etmek için kullanılabilir (Eissa ve diğerleri, 2018). Kalıplaşmış davranışlar OSB'nin bir göstergesidir ve OSB'si olan ve olmayan çocukları ayırt etmek için kullanılabilir. Bu nedenle, kalıplaşmış davranışları tanımanın yanı sıra, bu davranışları kategorilere ayırmak da önemlidir.

Temel Başarım Ölçütleri

Literatürde bulunan, makine öğrenimine dayalı yaklaşımlarının performansını ölçmek veya görselleştirmek için çeşitli ölçütler olmasına rağmen, hesaplanmalarının kolay olması ve kolaylıkla anlaşılabilmeleri nedeniyle doğruluk, kesinlik, geri çağırma, hata matrisi, F1 skoru ve Alıcı Çalışma Karakteristiği (Receiver Operating Characteristic-ROC) eğrisi yaygın kullanılanlar arasındadır (Kotu ve Deshpande, 2015). İkili sınıflandırma çalışması durumunda, iki sınıf vardır: pozitif (mevcut) veya negatif (mevcut değil). Doğruluk, Denklem (1) kullanılarak hesaplanır (Tharwat, 2020).

$$\text{Doğruluk} = \frac{DP+DN}{DP+DN+YP+YN} \quad (1)$$

DP, gerçek pozitiflerin sayısıdır. Dolayısıyla sınıflandırma algoritmasının pozitif olarak doğru şekilde sınıflandırdığı örnekleri gösterir. DN, gerçek negatiflerin sayısıdır. Sınıflandırma algoritmasının negatif olarak doğru şekilde sınıflandırdığı örnekleri gösterir. YP, yanlış pozitiflerin sayısıdır. Sınıflandırmanın algoritması yanlış bir şekilde pozitif olarak sınıflandırdığı örnekleri gösterir. YN ise yanlış negatiflerin sayısıdır. Sınıflandırma algoritmasının yanlış bir şekilde negatif olarak sınıflandırdığı örnekleri gösterir.

Doğru ve yanlış sınıflandırma sayısı, sınıflandırma algoritmalarının performansı hakkında fikir verse de, Şekil 1'de gösterilen hata matrisi, sınıflandırma algoritmalarının genel

performansını daha iyi görselleştirir (Kotu ve Deshpande, 2015). Mükemmel sınıflandırma durumunda, sıfır olmayan değerler yalnızca ana köşegende elde edilir.

		Gerçek	
		Pozitif	Negatif
Tahmin Edilen	Pozitif	DP	YP
	Negatif	YN	DN

Şekil 1. Hata matrisi.

Bir sınıflandırma algoritması bir durumu pozitif olarak tahmin ettiyse, bir soru ortaya çıkar (Kotu ve Deshpande, 2015). Örneğin gerçekten pozitif olma olasılığı nedir? Kesinlik olarak adlandırılan bu ölçüt, Denklem (2) kullanılarak hesaplanır. Öte yandan, pozitif bir durum olması durumunda, farklı bir soru ortaya çıkar. Sınıflandırma algoritmasının onu doğru bir şekilde pozitif olarak tanımlama olasılığı nedir? (Kotu ve Deshpande, 2015). Geri çağırma, diğer bir deyişle duyarlılık olarak adlandırılan bu ölçüt, Denklem (3) kullanılarak hesaplanır. Ancak, sınıf dağılımlarının dengeli olmadığı veri setlerinde gerçekleştirilen sınıflandırma problemleri için bu ölçütler tek başına güvenilir değildir ve birleştirilmeleri gerekir (Tharwat, 2020). Matthews korelasyon katsayısı veri kümesindeki hem pozitif hem de negatif örneklerle orantılı olarak daha güvenilir bir istatistiksel değer sunmakla birlikte (Chicco ve Jurman, 2020), F1 skoru olarak adlandırılan ölçüt bu ihtiyaca cevap verir ve Denklem (4) kullanılarak hesaplanır.

$$\text{Kesinlik} = \frac{DP}{DP+YP} \quad (2)$$

$$\text{Geri çağırma} = \frac{DP}{DP+YN} \quad (3)$$

$$\text{F1 skoru} = 2 \times \frac{\text{Kesinlik} \times \text{Geri çağırma}}{\text{Kesinlik} + \text{Geri çağırma}} \quad (4)$$

Sınıf dağılımı orantılı olmayan veri kümelerinde iyi sonuç veren diğer bir ölçüt ROC eğrisidir (Fawcett, 2006). Bir ROC eğrisi, Doğru Pozitif Oranı (DPO) ve Yanlış Pozitif Oranı (YPO) olmak üzere iki parametreye sahiptir ve çeşitli eşik ayarlarında bir sınıflandırma algoritmasının performansını gösterir (Fawcett, 2006). ROC eğrisi altındaki alan (AUC) 0.7'yi aşan bir değere sahipse, performans tatmin edici olarak kabul edilebilir (Bradley, 1997). DPO, geri çağırma ile aynıdır, bu nedenle Denklem (3) kullanılarak hesaplanır. YPO, Denklem (5) kullanılarak hesaplanır.

$$YPO = \frac{YP}{YP+DN} \quad (5)$$

Özgüllük olarak da adlandırılan Doğru Negatif Oranı (DNO) ve diğer bir ölçüt olan Yanlış Negatif Oranı (YNO), bir sınıflandırma algoritmasının performansını ölçmek için de kullanılabilir. Özgüllük, gerçek negatiflerin ne kadar iyi tanımlanabileceğinin bir ölçüsüdür (Kotu ve Deshpande, 2019) ve Denklem (6) kullanılarak hesaplanır. YNO, Denklem (7)

kullanılarak hesaplanır. İdeal olarak, bir sınıflandırma algoritmasının %100 özgüllük ve %100 geri çağırma değerlerine sahip olması beklenir.

$$DNO = \frac{DN}{YP+DN} \quad (6)$$

$$YNO = \frac{YN}{DP+YN} \quad (7)$$

Kappa istatistiği (Cohen, 1960), değerlendiriciler arası güvenilirliği test etmek için sıklıkla kullanılır. Değerlendirici güvenilirliğinin önemi, çalışmada toplanan verilerin ölçülen değişkenlerin doğru temsilleri olma derecesini temsil etmesinden kaynaklanmaktadır (Golafshani, 2003). Veri toplayıcıların aynı puanı aynı değişkene atama derecesinin ölçülmesi, değerlendiriciler arası güvenilirlik olarak adlandırılır (McHugh, 2012). -1 ile +1 arasında değer alan Kappa istatistiğinin 0,9 ve üstü olması arzu edilmekle birlikte, 0,8-0,9 arasındaki değerler güçlü uyumu, 0,6-0,79 arasındaki değerler orta derecede uyumu ifade eder (McHugh, 2012).

Literatürdeki Bilgisayar Destekli Tespit Yöntemleri

Kısıtlı, tekrarlayan ve kalıplaşmış davranış, aktivite ve ilgi kalıplarının varlığı, OSB'nin temel özelliklerinden biridir (American Psychiatric Association, 2013). Kalıplaşmış davranışlar, doğası gereği uygunsuz olarak kabul edilme eğilimine ek olarak değişmezlik, katılık ve tekrarı içerir (Turner, 1999). Duyusal, sosyal ya da somut olsun, davranışların işlevine ilişkin içgörü tanısaldır değildir (Cunningham ve Schreibman, 2008), yani davranışların fiziksel ve gözlemlenebilir biçimleri tanı ölçütü olarak kullanılır. Kalıplaşmış davranışlar sunumda oldukça heterojendir. Tek yönlü veya karmaşık, sözel olan veya olmayan, kaba veya ince motor odaklı olabilirler. Ayrıca, nesnelere veya nesnelere olmadan da ortaya çıkabilirler. Kalıplaşmış davranışların bazı yaygın örnekleri; vücut sallama, el çırpma, ayak parmağı üzerinde yürüme, gecikmeli ve ani ekolali, koklama, nesnelere döndürme ve bir kişinin çevresel görüşü boyunca nesnelere koşturma şeklinde sıralanabilir (Schreibman, Heyser ve Stahmer, 1999). Bunlarla karşılaştırıldığında daha karmaşık kalıplaşmış davranışlar gözlemlenebilir. Bunların örnekleri ise; nesnelere bölümleri üzerinde ısrarcı bir sabitlemeyi, işlevsel olmayan, belirli ritüellere veya rutinlere esnek olmayan bir bağlılığı içerir (Cunningham ve Schreibman, 2008). Kalıplaşmış davranışlar yalnızca OSB'li bireylerde görülmez ve diğer zihinsel, duyusal veya gelişimsel engelli bireylerde de ortaktır (Smith ve Van Houten, 1996). Bununla birlikte, zihinsel engelli bireylere kıyasla, OSB'li bireylerde kalıplaşmış davranışlar daha şiddetli ve daha çeşitli topografyalara sahiptir (Bodfish, Symons, Parker ve Lewis, 2000).

Teknolojideki gelişmelere paralel olarak, son yıllarda OSB'li çocuklarda kalıplaşmış motor hareketleri ölçmek için kullanılan geleneksel yöntemlerde bulunan sorunların üstesinden gelmek için çeşitli yöntemler önerilmiştir. (Goodwin, Intille, Albinali ve Velicer, 2011)'de, OSB'li çocukların kalıplaşmış hareketlerini otomatik olarak tespit etmek için minyatür kablosuz sensörlerin kullanılması önerilmiştir. Goodwin ve diğerleri (2011), OSB'li çocuklarda el çırpma ve vücut sallamayı otomatik olarak tespit etmek için örüntü tanıma algoritmaları ve kablosuz üç eksenli ivmeölçerlerin kullanımını değerlendirmiştir. Bulguları, yaklaşımlarının kalıplaşmış motor hareketlerin yaklaşık % 90'ını doğru bir şekilde tanımladığını göstermektedir.

Microsoft Kinect sensörleri, kalıplaşmış davranışların tespiti dâhil olmak üzere çeşitli amaçlar için kullanılmıştır. Gonçalves ve diğerleri (2014), Dinamik Zaman Bükme (Dynamic Time Warping - DTW) algoritmasını önerdikleri ve OSB'li çocuklarda kalıplaşmış davranışları tespit etmek için Microsoft Kinect sensörlerini kullandıkları çalışmalarını özel gereksinimli bireylere yönelik birimleri olan iki okulda gerçekleştirmiştir.

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar video analizi kullanılarak doğrulanmıştır. DTW algoritması ve Microsoft Kinect sensörlerinden oluşan önerilen sistemin ilgili davranış kalıplarını başarıyla tanımladığı gösterilmiştir. Microsoft Kinect sensörleri, \$P\$ Point-Cloud Recognizer (Jazouli ve diğerleri, 2019) adı verilen farklı bir yaklaşımla başka bir çalışmada kullanılmıştır. \$P\$ Point-Cloud Recognizer'ın beş kalıplaşmış davranışı; yani vücudu sallama, parmak çırpma, el çırpma, el yüzde ve eller arkada olmak üzere başarılı bir şekilde tanımladığı gösterilmektedir.

Kullanıcılara, benzetilmiş ve gerçek olmayan dünyaları deneyimleme imkanı sunan üç boyutlu (3B) bilgisayar tarafından oluşturulmuş bir ortam olan sanal gerçeklik, yaşanan durumlara ve bunun sonucunda kullanıcıların tepkilerine ekolojik geçerlilik sağlar; bu nedenle son yıllarda psikolojik değerlendirme, eğitim ve tedavi amaçlı kullanılmaya başlanmıştır (Burdea ve Coiffet, 2003). Başa takılan sanal gerçeklik gözlükleri en bütçe dostu ve erişilebilir sanal gerçeklik cihazlarıdır. Ancak, 3 ila 6 arka planlı yüzeyin kurulu olduğu yarı sürükleyici bir oda olan CAVE Otomatik Sanal Ortam (CAVE), OSB'li çocuklar için daha uygun bir sanal gerçeklik sistemidir (Parsons, Rizzo, Rogers ve York, 2009; Pastorelli ve Herrmann, 2013). CAVE sistemi, kullanıcıların sanal dünyadaki bilişsel uyumsuzluk ve duyuşal-motor uyumsuzluğundan kaynaklanan olası rahatsızlığı olan siber hastalık yaşama riskini ele alır (Burdea ve Coiffet, 2003). Dahası, başa takılan sanal gerçeklik gözlükleri önemli kısıtlılıkların da üstesinden gelebilir (Guazzaroni, 2018; Wallace ve diğerleri, 2010). CAVE sisteminin OSB'li çocuklar ile normal gelişim gösteren çocuklar arasında kullanım güvenliği, fizibilite ve öğrenme becerileri açısından ciddi olumsuz etki farklılıklarına sahip olmadığı belirlenmiştir (Lorenzo ve diğerleri, 2019). Alcañiz Raya ve diğerleri (2020), çok modlu sanal gerçeklik ortamında vücut hareketlerinin analizi yoluyla OSB'li çocukları normal gelişim gösteren çocuklardan ayırmak için bir çalışma yürütmüştür. Derinlik sensörü kamerası kullanılarak elde edilen veri setine makine öğrenimi yöntemlerini uyguladılar ve yaklaşımlarının başarısını, bu amaç için çeşitli vücut parametrelerinin kullanımını ve en iyi sanal uyaran koşulunu keşfettiler: görsel, işitsel ve koku alma. Çalışmalarında elde edilen sonuçlar, OSB'li çocukların genellikle normal gelişim gösteren çocuklardan daha büyük vücut hareketleri sergilediklerini ve %82,98'lik bir sınıflandırma doğruluğu elde edildiğini göstermiştir. Uyarın durumuyla ilgili olarak, görsel uyarınlar %89,36, görsel-işitsel uyarınlar %74,47 ve görsel-işitsel-koku alma uyarınlar %70,21 doğruluk göstermiştir (Alcañiz Raya ve diğerleri, 2020).

Teknolojideki ilerlemelerle ve cihaz maliyetlerindeki düşmelerle birlikte hayatımıza girmiş olan Nesnelere İnterneti kavramının da OSB'li çocuklarda görülen kalıplaşmış davranışların ve hareketlerin tespitinde önemli faydalar sağlayabileceği düşünülmektedir. Amiri ve diğerleri (2017) kalıplaşmış davranışları tespit etmek için modern akıllı saatlerin algılama yeteneklerinden yararlanan WearSense adlı bir cihaz tasarlamıştır. Akıllı saat biçimindeki bu cihaz üç eksenli ivmeölçere sahiptir. Gerçekleştirilen çalışmada yaklaşık olarak %94,6 doğrulukla kalıplaşmış davranışlar tespit edilmiştir. Benzer bir çalışma Sarker ve diğerleri (2018) tarafından gerçekleştirilmiş ve kalıplaşmış hareketlerin %92,6 doğruluk, %88,8 kesinlik ve %87,7 geri çağırma ile tespit edilmiştir. Nesnelere İnterneti yaklaşımına dayalı diğer bir çalışma ise Bondioli ve diğerleri (2021) tarafından gerçekleştirilmiştir. Bondioli ve diğerleri (2021) geliştirdikleri oyuncakla oynayan OSB'li çocukların kalıplaşmış davranışlarını %99,6 doğrulukla tespit edebilmeyi başarmışlardır. Çocuğun kendi doğal ortamında oyun oynarken kalıplaşmış davranışlarının tespitine olanak sağlayan bu yaklaşımın OSB'li bireylerin erken teşhisine yardımcı olabileceği düşünülmektedir. Benzer şekilde akıllı saatlerin bulut bilişim entegrasyonu ile gözlem verilerini kapsamlı analizler için klinisyenlere gönderilmesinde kullanılabileceği ve OSB'li bireylerin erken teşhisinde yardımcı bir rol üstlenebileceği öngörülmektedir (Sarker, 2018).

Purpura ve diğerleri (2017) ev ortamında çekilen videoları inceleyerek 0,84-0,94 AUC değerleri ve %80 üstü geri çağırma oranıyla kalıplaşmış davranışları doğru olarak tespit edebilmişlerdir. Öte yandan, Tablo 1’de listelendiği gibi, literatürde bulunan kalıplaşmış davranış tespiti yöntemlerinin doğruluk oranı kalıplaşmış davranışın türüne göre değişiklik göstermekle birlikte oldukça yüksek başarı oranları elde edilebilmektedir. Purpura ve diğerleri (2017) tarafından önerilen yöntemin zaman alıcı olduğu ve basit kablosuz sensörlerin kullanımının bile %90 civarında doğruluk sergilediği dikkate alınır Tablo 1’de listelenen çözümlerin kalıplaşmış davranışların tespitine, dolayısıyla otizm teşhis sürecine bir yardımcı unsur olabileceği düşünülmektedir.

Tablo 1. Kalıplaşmış Davranış Tespit Yöntemleri

İlgili Çalışma	Kullanılan Cihaz/Araç	İzlenen Yaklaşım	Metrikler
(Goodwin ve diğerleri, 2011)	Kablosuz sensörler	Örüntü çıkarım algoritmaları	Doğruluk %82,5- %96,4 (ortalama %91,1), DPO %75- %91 (ortalama %84), YPO %3-%12 (ortalama %7)
(Gonçalves ve diğerleri, 2012)	Microsoft Kinect sensörleri	DTW	Doğruluk %83, YPO %17
(Jazouli ve diğerleri, 2019)	Microsoft Kinect sensörleri	\$P Point-Cloud Recognizer	Doğruluk %94
(Alcañiz Raya ve diğerleri, 2020)	Derinlik sensörlü kamera, CAVE, değişik uyaranlar	Destek vektör makineleri (Cortes ve Vapnik, 1995)	Görsel uyaran için Doğruluk %89,36, DPO %100, DNO %80, Kappa 0,79
(Amiri ve diğerleri, 2017)	Akıllı saat, akıllı telefon	Karar ağacı topluluğu	Doğruluk %96,7, AUC 0,99
(Sarker ve diğerleri, 2018)	Akıllı saat, tablet	Lojistik Regresyon, Destek Vektör Makineleri, Rastgele Ağaç ve Naive Bayes	Doğruluk %92,6, Kesinlik %88,8, Geri çağırma %87,7
(Bondioli ve diğerleri, 2021)	Akıllı oyuncak	Zaman gecikmeli sinir ağı, yinelenen sinir ağı, Madgwick filtresi (Madgwick, 2010)	Doğruluk %98,3- %99,6, F1 skoru 0,95-0,99

Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Kalıplaşmış davranışlar, OSB'nin yaygın bir belirtisi olup, kişiden kişiye büyük farklılık gösterebilir. Normal gelişim gösteren çocuklarda da kalıplaşmış davranışlar görülebilir. Ancak, OSB'li çocuklarda normal gelişim gösteren çocuklara göre bu davranışlar daha şiddetli olup, değişik şekil ve derecelerde oldukça yaygındır. Kalıplaşmış davranışlar, OSB vakalarını tespit etmek ve denekleri klinisyenlere yönlendirmek için kullanılabilir. Böyle bir

durumda başvurulabilen davranış analistleri, öncelikle kalıplaşmış davranışların birden fazla duyuşal, sosyal ve somut amaca hizmet edip etmediğini belirlemeye çalışır.

Kalıplaşmış davranışların doğru tespiti ve tam olarak kaydedilmesi, klinisyenlerin ve profesyonellerin, kalıplaşmış davranışlar ile bunların belirli öncülleri ve sonuçları arasında hangi işlevsel ilişkilerin var olduğunu ortaya çıkaran sistematik bir çalışma yürütmesini sağlama olasılığına sahiptir. Bu, kalıplaşmış davranışların görülme sıklığını ve/veya ciddiyetini azaltmayı ve hatta değiştirmeyi amaçlayan davranışsal ve farmakolojik müdahalelerin etkinlik çalışmalarını kolaylaştırabilir. OSB'li çocuklarda bulunan kalıplaşmış davranışları tespit etmek için önerilen bir diğer yaklaşım ise insansı robotların kullanımı olmakla birlikte bu yaklaşımın uzman gözetimi altında kullanımı uygun olabilir.

Kalıplaşmış davranışlar, OSB'li bireyler için rahatlatıcı davranışlar olarak bilinirler ve OSB'li bireylerin zihinlerini odaklayabilmelerine ve bunaltıcı duyuşal ortamlarla başa çıkabilmelerine yardımcı olurlar. Dolayısıyla, kalıplaşmış davranışları bastırmaya çalışmaktan ziyade, kalıplaşmış davranışların nörobiyolojisini anlamının doğru tedavi protokollerinin geliştirilmesi açısından önemli olduğu bir gerçektir. Çocukluk döneminde yaşanabilen bazı psikolojik rahatsızlıklarda tatmin edici başarılar sunan müzik terapisi, oyun terapisi gibi tedavi seçeneklerinin OSB'li çocuklardaki kalıplaşmış davranışların da azaltılmasında kullanıldığı bilinmektedir. Yeni yetenekler kazandırmanın OSB'li bireylerde kalıplaşmış davranışları azaltabileceği gösterilmiştir.

Kaynakça

- Alcañiz Raya, M., Marín-Morales, J., Minissi, M. E., Teruel Garcia, G., Abad, L. ve Chicchi Giglioli, I. A. (2020). Machine Learning and Virtual Reality on Body Movements' Behaviors to Classify Children with Autism Spectrum Disorder. *Journal of Clinical Medicine*, 9(5), 1260.
- American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders: DSM-5* (5th ed.). Arlington, VA: American Psychiatric Association.
- Amiri, A. M., Peltier, N., Goldberg, C., Sun, Y., Nathan, A., Hiremath, S. V. ve Mankodiya, K. (2017). WearSense: Detecting Autism Stereotypic Behaviors through Smartwatches. *Healthcare*, 5(1), 11.
- Autism Speaks. (b.t.). *Floortime*. Erişim adresi <https://www.autismspeaks.org/floortime-0>.
- Autism Treatment Center of America. (b.t.). *The Son-Rise Program*. Erişim adresi <https://autismtreatmentcenter.org/>.
- Bodfish, J. W., Symons, F. J., Parker, D. E. ve Lewis, M. H. (2000). Varieties of repetitive behavior in autism: Comparisons to mental retardation. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 30(3), 237-243.
- Bondioli, M., Chessa, S., Narzisi, A., Pelagatti, S. ve Zoncheddu, M. (2021). Towards Motor-Based Early Detection of Autism Red Flags: Enabling Technology and Exploratory Study Protocol. *Sensors*, 21(6), 1971.
- Boyd, B. A., Baranek, G. T., Sideris, J., Poe, M. D., Watson, L. R., Patten, E. ve Miller, H. (2010). Sensory features and repetitive behaviors in children with autism and developmental delays. *Autism Research: Official Journal of the International Society for Autism Research*, 3(2), 78-87.
- Burdea, G. C. ve Coiffet, P. (2003). *Virtual Reality Technology*. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons.
- Bradley, A. P. (1997). The use of the area under the ROC curve in the evaluation of machine learning algorithms. *Pattern Recognition*, 30(7), 1145-1159.
- Chicco, D. ve Jurman, G. (2020). The advantages of the Matthews correlation coefficient (MCC) over F1 score and accuracy in binary classification evaluation. *BMC Genomics*, 21(1), 6.

- Cohen, J. (1960). A coefficient of agreement for nominal scales. *Educational and Psychological Measurement*, 20, 37-46.
- Condy, E. E., Scarpa, A. ve Friedman, B. H. (2019). Restricted repetitive behaviors in autism spectrum disorder: A systematic review from the neurovisceral integration perspective. *Biological Psychology*, 148, 107739.
- Cortes, C. ve Vapnik, V. (1995). Support-Vector Networks. *Machine Learning*, 20, 273-297.
- Cunningham, A. B. ve Schreibman, L. (2008). Stereotypy in Autism: The Importance of Function. *Research in autism spectrum disorders*, 2(3), 469-479.
- Eissa, N., Al-Houqani, M., Sadeq, A., Ojha, S. K., Sasse, A. ve Sadek, B. (2018). Current Enlightenment About Etiology and Pharmacological Treatment of Autism Spectrum Disorder. *Frontiers in Neuroscience*, 12, 304.
- Fawcett, T. (2006). An introduction to ROC analysis. *Pattern Recognition Letters*, 27(8), 861-874.
- Golafshani, N. (2003). Understanding Reliability and Validity in Qualitative Research. *The Qualitative Report*, 8(4), 597-606.
- Goodwin, M. S., Intille, S. S., Albinali, F. ve Velicer, W. F. (2011). Automated Detection of Stereotypical Motor Movements. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 41, 770-782.
- Gonçalves, N., Rodrigues, J. L., Costa, S. ve Soares, F. (2012). Automatic Detection of Stereotypical Motor Movements. *Procedia Engineering*, 47, 590-593.
- Gonçalves, N., Costa, S., Rodrigues, J. ve Soares, F. (2014). Detection of stereotyped hand flapping movements in Autistic children using the Kinect sensor: A case study. 2014 IEEE International Conference on Autonomous Robot Systems and Competitions (ICARSC), 212-216.
- Guazzaroni, G. (Ed.). (2018). *Virtual and Augmented Reality in Mental Health Treatment*. Hershey, PA, USA: IGI Global.
- Ibrahim, K., Kalvin, C., Marsh, C. L., Anzano, A., Gorynova, L., Cimino, K. ve Sukhodolsky, D. G. (2019). Anger Rumination is Associated with Restricted and Repetitive Behaviors in Children with Autism Spectrum Disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 49(9), 3656-3668.
- Jazouli, M., Majda, A., Merad, D., Aalouane, R. ve Zarghili, A. (2019). Automatic detection of stereotyped movements in autistic children using the Kinect sensor. *International Journal of Biomedical Engineering and Technology*, 29(3), 201.
- Kaufman, B. N. (1995). *Son-Rise: The Miracle Continues*. HJ Kramer.
- Kim, S. H. ve Lord, C. (2010). Restricted and repetitive behaviors in toddlers and preschoolers with autism spectrum disorders based on the autism diagnostic observation schedule (ADOS). *Autism Research : Official Journal of the International Society for Autism Research*, 3(4), 162-173.
- Kotu, V. ve Deshpande, B. (2015). *Predictive analytics and data mining: Concepts and practice with RapidMiner*. Amsterdam: Morgan Kaufmann.
- Kotu, V. ve Deshpande, B. (2019). *Data science: Concepts and practice*. Cambridge, MA: Morgan Kaufmann.
- Lorenzo, G., Lledó, A., Arráez-Vera, G. ve Lorenzo-Lledó, A. (2019). The application of immersive virtual reality for students with ASD: A review between 1990-2017. *Education and Information Technologies*, 24, 127-151.
- Madgwick, S. O. H. (2010). *An efficient orientation filter for inertial and inertial/magnetic sensor arrays*. Rep. X-10 Univ. Bristol (UK), 25, 113-118.
- McHugh, M. L. (2012). Interrater reliability: the kappa statistic. *Biochemia medica*, 22(3), 276-282.

- McLaughlin, A. ve Fleury, V. P. (2020). Flapping, Spinning, Rocking, and Other Repetitive Behaviors: Intervening with Young Children Who Engage in Stereotypy. *Young Exceptional Children*, 23(2), 63-75.
- Park, H. R., Lee, J. M., Moon, H. E., Lee, D. S., Kim, B. N., Kim, J., Kim, D. G. ve Paek, S. H. (2016). A Short Review on the Current Understanding of Autism Spectrum Disorders. *Experimental Neurobiology*, 25(1), 1-13.
- Parsons, T. D., Rizzo, A. A., Rogers, S. ve York, P. (2009). Virtual reality in paediatric rehabilitation: A review. *Developmental Neurorehabilitation*, 12, 224-238.
- Pastorelli, E. ve Herrmann, H. (2013). A small-scale, low-budget semi-immersive virtual environment for scientific visualization and research. *Procedia Computer Science*, 25, 14-22.
- Purpura, G., Costanzo, V., Chericoni, N., Puopolo, M., Scattoni, M. L., Muratori, F. ve Apicella, F. (2017). Bilateral Patterns of Repetitive Movements in 6- to 12-Month-Old Infants with Autism Spectrum Disorders. *Frontiers in Psychology*, 8, 1168.
- Sanchack, K. E. ve Thomas, C. A. (2016). Autism Spectrum Disorder: Primary Care Principles. *American Family Physician*, 94(12), 972-979.
- Sarker, H., Tam, A., Foreman, M., Fay, N., Dhuliawala, M. ve Das, A. (2018). Detection of Stereotypical Motor Movements in Autism using a Smartwatch-based System. *AMIA Annual Symposium proceedings. AMIA Symposium*, 2018, 952-960.
- Schreibman, L., Heyser, L. ve Stahmer, A. (1999). Autistic disorder: Characteristics and behavioral treatment. *Challenging behavior of persons with mental health disorders and severe disabilities* içinde (s. 39-63). Washington, DC: American Association of Mental Retardation.
- Smith, E. A. ve Van Houten, R. (1996). A comparison of the characteristics of self-stimulatory behaviors in normal children and child with developmental delays. *Research in Developmental Disabilities*, 17(4), 254-268.
- Tharwat, A. (2020). Classification assessment methods, *Applied Computing and Informatics*, 17(1), 168-192.
- Turner, M. (1999). Annotation: Repetitive behavior in autism: A review of psychological research. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 40(6), 839-849.
- Wallace, S., Parsons, S., Westbury, A., White, K., White, K. ve Bailey, A. (2010). Sense of presence and atypical social judgments in immersive virtual environments: Responses of adolescents with Autism Spectrum Disorders. *Autism*, 14, 199-213.