

Gelişimsel Bozukluğu Olan Çocuklarda İstatistiksel Öğrenme*

Ferhat Karaman^{1,2,3}

ORCID: ¹0000-0001-7929-2541

¹*Psikoloji Bölümü, Teksas A&M Üniversitesi-Kingsville, 78363, Teksas, ABD*

²*Dilbilimi Bölümü, Kaliforniya Üniversitesi-Los Angeles, 90095, Kaliforniya, ABD*

³*Psikoloji Bölümü, Uşak Üniversitesi, 64000, Uşak, Türkiye*

¹*ferhat.karaman@tamuk.edu*

(Gönderilme tarihi 30 Mart 2024; Kabul edilme tarihi 18 Eylül 2024)

ÖZ: Dil edinimi sürecinde, dilin içindeki istatistiksel düzenliliklere karşı duyarlılık, çocukların dilin karmaşık yapılarını öğrenmelerine erken yaşlardan itibaren katkıda bulunmaktadır. İstatistiksel öğrenme olarak anılan, herhangi bir yönerge, pekiştirme veya geri-bildirim gerektirmeyen bu örtük öğrenme mekanizması sıklıkla dil bozukluklarıyla ilişkilendirilmektedir. Bu derlemede, dil bozuklukları ile istatistiksel öğrenme arasındaki karmaşık ve çok yönlü ilişki, dilsel ve bilişsel süreçlerdeki aksaklıkları, özellikle prosedürel öğrenme becerilerindeki güçlüklerle açıklayan Prosedürel Öğrenme Eksikliği Hipotezi perspektifinden tartışılmıştır. Gelişimsel dil bozukluğu, gelişimsel disleksi ve otizm spektrum bozukluğu arasındaki benzerlikler ve farklılıklar, istatistiksel öğrenme süreçlerinde gözlenen güçlüklerle birlikte ele alınmıştır. Araştırmalar, gelişimsel dil bozukluğu ve disleksili çocukların, tipik gelişim gösteren yaşlılarına kıyasla, istatistiksel öğrenme görevlerinde genellikle düşük performans sergilediklerini ortaya koymaktadır. Diğer taraftan, otizm spektrum bozukluğu olan çocuklar, istatistiksel öğrenme görevlerinde güçlük çekmezken, bu süreçlerin nöral temellerinde farklılıklar gözlemlenmiştir. Çalışmalardaki yöntemsel farklılıklar, paradigmalardaki, uyarıcılardaki ve katılımcı özelliklerindeki farklılıklar tutarsız bulgular yaratmaktadır. Daha kapsamlı ve bütüncül bir kuramsal çerçevenin geliştirilmesi, tipik ve atipik gelişim aşamaları boyunca istatistiksel öğrenme becerilerinin incelenmesi ve

* Bu çalışma 221K236 proje numarası ile TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir.

standartlaştırılmış metodolojilerin ve sağlam değerlendirme araçlarının geliştirilmesi, gelişimsel bozukluklar ve istatistiksel renme arasındaki ilişkinin daha iyi anlaşılmasına ve bu bilgiye dayalı olarak daha etkili müdahale ve destek stratejilerinin geliştirilmesine yardımcı olabilir.

Anahtar sözcükler: gelişimsel bozukluklar, istatistiksel renme, prosedürel renme eksikliği hipotezi, gelişimsel dil bozukluğu, gelişimsel disleksi, otizm spektrum bozukluk

Statistical Learning in Children with Developmental Disorders

ABSTRACT: During the process of language acquisition, sensitivity to statistical regularities within language contributes to children's learning of complex linguistic structures from an early age. This implicit learning mechanism, referred to as statistical learning, which does not require any instruction, reinforcement or feedback, is often associated with language disorders. In this review, the complex and multifaceted relationship between language disorders and statistical learning is discussed from the perspective of the Procedural Learning Deficit Hypothesis, which explains disruptions in linguistic and cognitive processes through difficulties in procedural learning skills. The similarities and differences between developmental language disorder, developmental dyslexia, and autism spectrum disorder are examined alongside the difficulties observed in statistical learning processes. Research indicates that children with developmental language disorder and developmental dyslexia generally perform poorly on statistical learning tasks compared to their typically developing peers. In contrast, children with autism spectrum disorder do not show any deficit in statistical learning tasks, but differences have been observed in the neural processes underlying statistical learning. Methodological differences, variations in paradigms, stimuli, and participant characteristics across studies result in inconsistent findings. Developing a more comprehensive and holistic theoretical framework, examining statistical learning abilities throughout typical and atypical developmental stages, and establishing standardized methodologies and robust assessment tools can enhance our understanding of the relationship between developmental disorders and statistical learning. This, in turn, can contribute to the development of more effective intervention and support strategies based on this knowledge.

Keywords: developmental disorders, statistical learning, procedural learning deficit hypothesis, developmental language disorder, developmental dyslexia, autism spectrum disorder

1 Giriş

Bebekler doğdukları andan itibaren sınırsız sayıda duyuşal uyarana maruz kalmaktadır (James, 1890). Uyarıların içerisindeki düzenliliklere karşı duyarlılıkları bebeklerin dış dünyayı keşfetmelerinde ve anlamlandırmalarında önemli bir rol oynamaktadır. Yapılan alışmalar, bebeklerin ve çocukların çevrelerindeki karmaşık kural ve örüntüleri öğrenebildiklerini göstermektedir (detaylı derleme için bkz. Cannistraci ve ark., 2019; Saffran ve Kirkham, 2018). İstatistiksel ğrenme¹ (ing. İstatistical Learning) olarak adlandırılan bu öğrenme kapasitesi, başta dil olmak üzere, sosyal-bilişsel ve motor gelişim alanlarını da etkileyebilmektedir (Perruchet ve Pacton, 2006; Frith ve Frith, 2008; Romberg ve Saffran, 2010; Ruffman, Taumoepeau ve Perkins, 2012).

İstatistiksel ğrenme mekanizmasını inceleyen ilk çalışmalar, bebeklerin dildeki istatistiksel düzenlilikleri kullanarak duydukları ses dizilerini sözcüklere ayırabildiğini göstermiştir (Saffran, Newport ve Aslin, 1996; Aslin, Saffran ve Newport, 1998; Pelucchi, Hay ve Saffran, 2009). İstatistiksel olarak tutarlı hece dizilerinin anlama ilişkilendirilebildiği ve dolayısıyla yeni sözcüklerin öğrenilmesini desteklediği bulgusu ortaya konmuştur (Estes ve ark., 2007; Hay ve ark., 2011; Lany, Karaman ve Hay, 2024). Ayrıca, istatistiksel öğrenme mekanizması, ana dildeki dilbilgisel kuralların öğrenilmesinde de rol oynamaktadır. Okul ağındaki tipik gelişim gösteren çocuklarda, istatistiksel öğrenmenin kelime bilgisi ve okuma becerisi ile ilişkili olduğu gösterilmiştir (Evans, Saffran ve Robe-Torres, 2009; Qi ve ark., 2019).

İstatistiksel ğrenmenin dil edinimi ve dil işlemeyle ilişkisini inceleyen çalışmalar genellikle tipik gelişim gösteren bebekler ve sağlıklı yetişkinleri ele almıştır. Ancak, gelişimsel dil bozukluğu (Lum ve ark., 2014; Obeid ve ark., 2016), disleksi (Gabay, Thiessen ve Holt, 2015; Sigurdardottir ve ark., 2018) ve otizm spektrum bozukluğu (Jeste ve ark., 2015; Scott-Van Zealand ve ark., 2010) gibi dil edinimi ve dil işlemede güçlük yaşayan gruplarda istatistiksel öğrenmenin atipik olup olmadığına dair ilgi giderek artmaktadır. Gelişimsel bozukluklar içinde istatistiksel öğrenme süreçlerinde gözlenen bireysel farklılıklar ve bu süreçlerin atipik gelişimi tartışma konusudur. Özellikle otizm spektrum bozukluğu, gelişimsel dil bozukluğu ve gelişimsel disleksi gibi durumlarda, bireylerin dildeki istatistiksel düzenlilikleri algılamada zorluk

¹ Bu derlemede, 'statistical learning' terimi 'istatistiksel öğrenme' şeklinde Trkeştirilmiştir. Bazı literatür kaynaklarında ise 'istatistiki öğrenme' terimi kullanılmaktadır (Bulut ve Bahar, 2023). İstatistiksel ğrenme teriminin, uluslararası literatürde yaygın olarak kullanılan terimin anlamını daha doğru bir şekilde yansıttığı düşünülmektedir. Uluslararası araştırmalarla olan bağlantıyı güçlendireceği için araştırmacılara istatistiksel öğrenme teriminin kullanılması önerilmektedir.

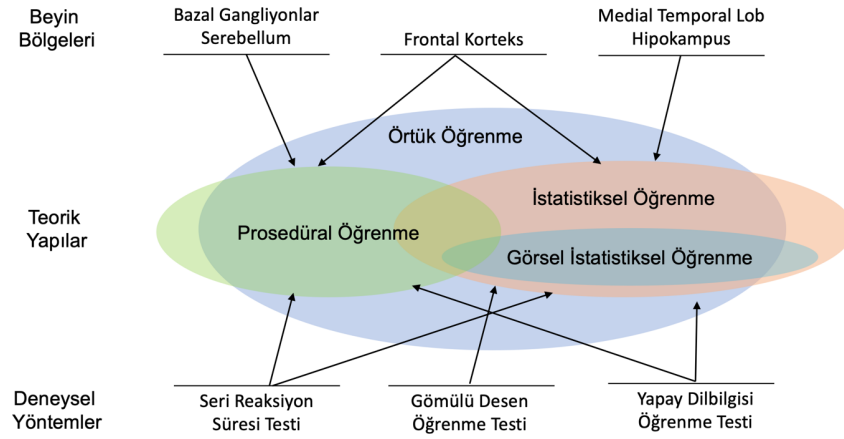
ekebilecekleri ne sürülmektedir. Bu bağlamda, Ullman ve Pierpont (2005), Prosedürel ğrenme Eksikliği Hipotezini (Procedural Learning Deficit Hypothesis) ne sürmüşlerdir. Bu hipotez, dil bozukluklarının temel bir risk faktörü olarak prosedürel öğrenme sistemlerindeki bozukluklardan kaynaklandığını ne sürmektedir. Ancak, prosedürel ve istatistiksel öğrenme süreçlerinin gelişimsel bozuklukları ile ilişkisini inceleyen çalışmalar çelişkili bulgular rapor etmişlerdir. Bu çelişkiler; istatistiksel öğrenmenin doğasına dair farklı görüşler, istatistiksel öğrenmeyi test eden çalışmalardaki yöntemsel farklılıklar ve gelişimsel bozukluklar içinde istatistiksel öğrenme süreçlerinde gözlenen bireysel farklılıkların ele alınmaması olarak özetlenebilir.

Bu makalede, gelişimsel dil bozukluğu, gelişimsel disleksi ve otizm spektrum bozukluğu ile istatistiksel öğrenme arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalar kapsamlı şekilde derlenerek, bulgular mevcut alanyazın ışığında tartışılmıştır. Bu amaçla, öncelikle istatistiksel öğrenmenin dil edinimi ve dil işlemedeki rolü ele alınmış ve daha sonra istatistiksel öğrenmenin gelişimsel bozukluklarla ilişkisi detaylı bir şekilde incelenmiştir.

2 İstatistiksel ğrenme

İstatistiksel ğrenme, bireylerin çevrelerindeki düzenlilikleri ve örüntülere duyarlılıkları yoluyla işitsel ve görsel ortamdaki yapılandırılmış bilgilerin edinilmesi sürecidir (Saffran ve Kirkham, 2018). Genel bir öğrenme mekanizması olarak tanımlanan istatistiksel öğrenme, duyarlarımız aracılığıyla algıladığımız girdilerin içerisindeki düzenliliklerin örtük bir biçimde edinilmesini ifade eder. Herhangi bir yönerge, pekiştirme veya geri-bildirim gerektirmemesi, açık dikkat ve farkındalık olmaksızın çok kısa sürede gerçekleşmesi açısından, istatistiksel öğrenmenin prosedürel öğrenme ile yakından ilişkisi olduğu düşünülmektedir. Hem istatistiksel öğrenme hem de prosedürel öğrenme, daha geniş bir kategori olan örtük öğrenmenin (ing. implicit learning) bir parçası olarak kabul edilmektedir (Perruchet ve Pacton, 2006). Her ikisi de becerilerin ve bilgilerin örtük olarak öğrenilmesini ve temsil edilmesini sağlamaktadır. İstatistiksel ğrenme ve prosedürel öğrenme, bazı beyin bölgelerinde örtüşse de farklı beyin yapılarının katkı sağladığı süreçlerdir. İstatistiksel ğrenmede, medial temporal lob, işitsel kalıpların ve dilin işlenmesinde; prefrontal korteks, karmaşık örüntülerin tanınması ve öğrenilmesinde; hipokampus ise tespit edilen kalıpların bellekte oluşturulması ve geri çağırılmasında önemli bir rol oynamaktadır (Sawi ve Rueckl, 2019). Öte yandan, prosedürel öğrenmede, bazal gangliyonlar – zellikle striatum – prosedürel becerilerin geliştirilmesi ve yürütülmesinde; serebellum ise motor kordinasyon ve tekrarlayan eylemlerin otomatikleştirilmesinde temel işlevlere sahiptir (Sawi ve Rueckl, 2019). Her iki öğrenme türünde planlama ve karar verme gibi yüksek düzeyde bilişsel süreçlerle kalıp ve örüntülerin tanınmasından

sorumlu beyin bölgeleri arasında motor kontrol ve duyuşsal bilgilerin entegrasyonu sırasında bir etkileşim ve örtüşme gözlemlenir. İstatistiksel ve prosedürel öğrenme, beynin farklı bölgelerinin iş birliği ve etkileşimi ile gerçekleşir ve bu süreçler, belirli görev ve becerilerin öğrenilmesinde ve uygulanmasında belirleyici rol oynar. Şekil 1'de, bu teorik bilişsel yapıların beyin bölgelerinin ve işlevlerinin detaylı bir görseli sunulmaktadır.



Şekil 1. Teorik bilişsel yapıların beyindeki organizasyonu ve bu yapıları ölçmek için yaygın olarak kullanılan yöntemler. Bogaerts, Siegelman ve Frost (2021)'den uyarlanmıştır

İstatistiksel öğrenme ve prosedürel öğrenmenin altında yatan beyin mekanizmalarındaki ayrışma ve benzerliklerin yanı sıra, kullanılan yöntemlerdeki farklılıklar, öğrenme süreçlerinin anlaşılmasında kritik bir rol oynamaktadır. Bu bağlamda, hangi deneysel yöntemlerin istatistiksel öğrenmeyi ve hangilerinin prosedürel öğrenmeyi temsil ettiği sorusu, istatistiksel öğrenmenin gelişimsel bozukluklar üzerindeki işlevlerini ve literatürde gözlenen çelişkileri açıklamak için kullanılabilir. İstatistiksel öğrenmeyi ölçmek için kullanılan yöntemler arasında gömülü-desen öğrenme testi, seri reaksiyon süresi testi, yapay dil bilgisi öğrenme testi ve Hebb öğrenmesi paradigması gibi çeşitli görevler bulunmaktadır (bkz. Şekil 2).

Araştırmalar genellikle bu görevlerden yalnızca birini veya küçük bir alt kümesini kullanma eğilimindedir. Ancak, bu görevlerin istatistiksel öğrenmenin daha geniş yapısı olan örtük öğrenme ile nasıl ilişkili olduğu ve bireylerin bu görevlerde benzer performans gösterip göstermeyecekleri konusunda az sayıda çalışma yapılmıştır. Farklı görevlerin (ve belirli bir görevin farklı çeşitlerinin), istatistiksel öğrenmenin belirli bileşenlerine nasıl dayandığına bağlı olarak farklı davranışsal sonuçlara yol açabileceği öngörülmektedir. Bu durum, dil zorluklarıyla ilişkili gelişimsel bozuklukların belirli görevlerde istatistiksel öğrenmeye dair yetersizlikler ile bağlantılı olabileceği, ancak diğer görevlerde böyle bir bağlantının olmayabileceği anlamına gelmektedir. Örneğin, Gömülü Desen Öğrenme Testi ve Seri Reaksiyon Süresi Testi'nin her ne kadar ikisi de istatistiksel öğrenmeyi ölçmek için kullanılsa da farklı öğrenme bileşenlerini değerlendirmektedir. Bu iki testin ölçtüğü öğrenme süreçleri arasında belirgin farklılıklar bulunmaktadır. Gömülü Desen Öğrenme Testi daha çok bilişsel ve algısal süreçleri ölçerken, Seri Reaksiyon Süresi Testi motor becerileri ve prosedürel öğrenme süreçlerini daha fazla ön plana çıkarmaktadır. Gömülü Desen Öğrenme Testi, katılımcıların görsel veya işitsel olarak sunulan dizilerdeki belirli desenleri fark etmelerini ve öğrenmelerini gerektirir. Katılımcılar, bu düzenlilikleri öğrendikten sonra ayırt edebilirler. Bu test, bilişsel ve algısal süreçleri değerlendirerek katılımcıların istatistiksel düzenlilikleri ne kadar iyi öğrendiklerini ölçer. Diğer yandan, Seri Reaksiyon Süresi Testi katılımcılardan ekranda belirli bir sırayla beliren uyarılara mümkün olan en kısa sürede tepki vermelerini ister. Bu test, ardışık öğrenme ve motor tepki sürelerine odaklanarak katılımcıların prosedürel öğrenme ve örtük öğrenme yeteneklerini değerlendirir. Bu farklılıklar, istatistiksel öğrenmenin çeşitli yönlerini ve bileşenlerini belirlememizi sağlayarak gelişimsel bozukluklarda gözlenen istatistiksel öğrenme performansında gözlenen güçlüklerin doğru bir şekilde değerlendirilmesine olanak tanımaktadır.

İstatistiksel öğrenmenin dil gelişimindeki rolünün anlaşılması, dil bozukluklarının mekanizmalarının daha iyi kavranmasına yardımcı olacaktır. Bu nedenle, istatistiksel öğrenmenin dil bozukluklarıyla ilişkisini incelemeden önce, istatistiksel öğrenmenin dil edinimi sürecindeki rolü ele alınmıştır.

2.1 Dil Edinimi Sürecinde İstatistiksel Öğrenmenin Rolü

Dil edinimi, yaşamın ilk yıllarında gerçekleşen karmaşık bir süreçtir. Dilin karmaşıklığı, yalnızca kelimelerin öğrenilmesi ve dil bilgisi kurallarının anlaşılması ile sınırlı kalmaz. Aynı zamanda dilin kullanımı, iletişim becerileri ve sosyal bağlam içerisinde anlam oluşturma süreçleri de bu karmaşıklığa katkı sağlar. Dolayısıyla, dil edinimi, çok sayıda farklı bileşeni içeren dinamik bir süreç olup, çocuğun çevresiyle etkileşimi doğrultusunda gelişir.

Diğer öğrenme deneyimlerinden farklı olarak, dil edinimi genellikle çocuğun hayatının ilk birkaç yılında hızla gelişir. Bu durum, bebeklerin beyinlerinin doğal dil yapılarını işlemeye hazır olduğunu göstermektedir. Dil edinim süreci ilerledikçe, dil becerileri genellikle çocuğun ana dili tarafından belirlenmeye başlar. Yani, çocuklar kendi ana dillerini öğrenmeye eğilimlidirler. Çocukluk çağı boyunca artan diğer bilişsel becerilerin (örn. bellek, dikkat, yürütücü işlevler) çocuğunun aksine, dil edinimi becerileri çocuğun kendi ana dili tarafından sınırlanmaya başlamasıyla birlikte erken çocukluk döneminden sonra azalma eğilimindedir.

Bebeklerin, ana dillerinde veya birden fazla dildeki sayısız karmaşıklığı hızla fark etmesi ve dil ile ilgili süreçleri etkin bir şekilde öğrenmesi, tipik gelişimin önemli bir özelliğidir. Dil ile ilgili süreçler, ana dildeki fonemleri keşfetmekten konuşma segmentasyonuna, hangi ses dizilerinin anlamlarla eşleştini ayırt etmeye, sözcükleri kategorilere ayırmaya ve bu kategorileri sözdizimsel yapılarla ilişkilendirmeye kadar uzanmaktadır.

Yazılı dilin aksine, konuşma dili, dinleyiciye sözcüklerin başlangıç ve bitiş noktalarını belirlemeye yardımcı olacak boşluklar sunmaz; sözcükler genellikle duraksamadan, hızlı ve akıcı bir şekilde konuşma akışı içinde yer alır (Cole, Jakimik ve Cooper, 1980). Bebekler, henüz konuşmaya başlamadan önce bile çevrelerindeki dil yapılarına ve dilsel desenlere duyarlıdır. Saffran, Aslin ve Newport (1996) tarafından yapılan öncül bir çalışma, bebeklerin dilsel girdilerdeki istatistiksel düzenliliklere duyarlı olup olmadığını ve bu becerinin konuşma segmentasyonundaki rolünü incelemiştir. Çalışmada, 8 aylık bebeklere anlamsız hece dizilerinden oluşan yapay bir dil (örn. pabikugolapitimore) iki dakika boyunca dinletilmiş ve bebeklerin ardışık olarak gelen tutarlı hece dizilerini (pabiku gibi tam sözcükler), sözcük sınırlarında oluşan görece tutarsız hece dizilerinden (kugalo gibi kısmi sözcükler) ayırt edebildiği gösterilmiştir. Bu bulgular; bebeklerin, akıcı konuşma içerisindeki sözcükleri keşfetmek için heceler arasındaki geçiş olasılıklarını² takip edebildiklerini göstermektedir (Saffran, Aslin ve Newport, 1996). Bu çalışmanın bulguları yapay dillerin kullanıldığı başka birçok çalışma tarafından da desteklenmiştir (Aslin, Saffran ve Newport, 1998; Thiessen ve Saffran, 2009).

Yapay diller, kontrollü çalışmalar tasarlanabilmesi açısından kullanışlı olsalar da doğal dillerin içerdikleri karmaşıklıktan uzak kalırlar. Dolayısıyla yapay diller, istatistiksel öğrenme becerisinin laboratuvar ortamı dışında doğal bir dil ile karşılaşıldığında nasıl gerçekleşeceğini açıklama açısından kısıtlı

² Geçiş olasılıkları (transitional probabilities) dilin içerisindeki istatistiksel düzenliliklerden sadece birisidir ve XY hece dizisinde X hecesinin Y hecesi tarafından takip edilme olasılığı olarak tanımlanır.

bulunmuştur. Pelluchi ve arkadaşları (2009) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, ana dili Amerikan İngilizcesi olan 8 aylık bebeklere yapay bir dil yerine, 2,5 dakika boyunca fonolojik, fonotaktik, bürünel ve ritmik açıdan İngilizceye benzer bir dil olan İtalyanca dinletilmiştir. Bu çalışmada, bebekler yüksek geçiş olasılığına sahip istatistiksel olarak tutarlı hece dizilerini, sözcük sınırlarını ayıran düşük geçiş olasılığına sahip hece dizilerinden daha uzun süre dinlemişlerdir. Ayrıca, bebeklerin dinletilen dilde sunulan istatistiksel olarak tutarlı kelimeleri belirli bir süre sonra hatırladıkları bulunmuştur (Karaman ve Hay, 2018; Karaman, Lany ve Hay, 2024).

Bir ses dizisinin akıcı şekilde devam eden cümle içerisinden ayrıştırılabilmesi, o sesin ne anlama geldiğinin ya da o sesin çevremizdeki hangi nesne ya da kavramı işaret ettiğinin doğrudan öğrenilebilmesini sağlamamaktadır. Sözcük öğreniminin gerçekleştiği dilsel çevre, içerisinde sadece nesnelere karşılık gelebilecek birden fazla potansiyel ismi barındırmaz, aynı zamanda onlarca nesneyi de içerir. Dolayısıyla, potansiyel sözcüklerle doğru nesnelere eşleştirebilmek öğrenilen dile ait sözcük dağarcığını genişletebilmek için büyük bir öneme sahiptir. İstatistiksel sözcük öğrenimini inceleyen öncül bir çalışmada, 17 aylık bebekler yapay bir dilin içerisinde sunulan, istatistiksel olarak tutarlı hece dizilerini nesnelere başarıyla eşleştirebilirken, istatistiksel olarak tutarsız hece dizilerini eşleştirememiştir. (Estes ve ark., 2007). Doğal dil kullanılarak gerçekleştirilen çalışmalarda da benzer bulgulara ulaşılmıştır (Hay ve ark., 2011; Lany, Karaman, Hay, 2024). Bu çalışmalar, istatistiksel öğrenme mekanizmasının sadece cümle içerisinde duyulan istatistiksel olarak tanımlı hece dizilerini takip edilmesini değil, aynı zamanda yeni sözcük edinimini desteklediğini göstermektedir.

Bebeklerin anadillerindeki fonemleri keşfetme, akıcı konuşma içerisinden sözcükleri ayrıştırma ve bu sözcükleri anlamla eşleştirme gibi zorlu görevlere ek olarak, ana dillerindeki dil bilgisel kuralları da öğrenmeleri gerekmektedir. Örneğin, sadece ana dillerindeki sözdizimsel kategoriler (örn. isim, fiil) değil, aynı zamanda ilişkisel kategorilerin (örn. özne, nesne, yüklem) nasıl dizildiğini de öğrenirler (örn. Türkçede özne-nesne-eylem (ÖNE), İngilizcede özne-eylem-nesne (ÖEN)). Bitişik olmayan yapılar (ing. non-adjacent dependencies) arasındaki ilişkileri keşfetmek de dil bilgisi edinimi açısından önemlidir. Ayrıca, dil bilgisi öğrenimi bebeklerin yeni durumlara bu kuralları genellemesini gerektirmektedir. Araştırmalar bebeklerin birden fazla istatistiksel bilgi biçimine (örn. geçiş olasılıkları, hece frekansları) karşı duyarlı olduğunu ve istatistiksel öğrenmenin zorlu dil bilgisel kuralların öğrenilmesinde rol oynadığını göstermiştir.

Dil bilgisi ediniminde istatistiksel öğrenmenin rolünü araştıran ilk çalışmalar, öncelikle, bebeklerin sözcük sırası kalıplarını nasıl öğrendiğine odaklanmıştır. Örneğin, İngilizcede sözcüklerin yerleşimi, Türkçeye kıyasla cümlelerin anlamını önemli ölçüde etkilemektedir (örn. I had my house painted

/ Evimi boyattım; I had painted my house / Evimi boyadım). Gomez ve Gerken (1999) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, 12 aylık bebeklere 2 dakika boyunca, içerisinde belirli bir dil bilgisel kuralı takip eden, bazı söz dizilerinin istatistiksel açıdan diğerlerinden daha tahmin edilebilir olduğu yapay bir dil dinletilmesinin ardından, bebekler dil bilgisel açıdan tahmin edilebilir dizileri, dil bilgisel olmayan dizilerden ayırt edebilmişler ve aynı zamanda öğrendikleri dil bilgisel kalıpları yeni örneklerle genelleyebilmişlerdir (Ayrıca bkn. Marcus ve ark., 1999).

İstatistiksel ğrenmenin dil gelişimi üzerindeki rolünü inceleyen çalışmalar çoğunlukla tipik gelişim gösteren bebekler ve çocuklarla gerçekleştirilmiştir. Atipik popülasyonlarla yapılan araştırmalar dil edinimi ile istatistiksel öğrenme arasındaki potansiyel ilişkiyi daha iyi anlamamız açısından kritiktir. Dil edinimi ve gelişimindeki bir sorun, çocuğun sadece iletişimini değil, tüm gelişim alanlarını olumsuz şekilde etkilemektedir. Dolayısıyla, gelişimsel bozukluğa sahip çocuklar için dil edinimi her zaman önemli bir endişe konusu olmuştur. Dil ediniminde gecikme ve güçlükler, neredeyse tüm gelişimsel bozukluklarda görülmektedir. Ancak, güçlüğün biçimi ve boyutu gelişimsel bozukluğa göre değişiklik göstermektedir. Öyle ki, aynı bozukluk içinde bile bireysel farklılıklar görülmektedir.

Yakın zamana kadar, gelişimsel bozukluğa sahip çocuklarda dil edinimi üzerine araştırmalar, büyük lde standart değerlendirmelerin kullanımına odaklanmıştır. Bu araştırmalar çoğunlukla çocuğun doğrudan gözlemlenmesinden elde edilen dil kazanımlarının ölçümlerini ve ebeveyn raporu aracılığıyla alınan ölçümleri içermektedir. Ancak son yıllarda yapılan çalışmalar, daha ziyade öğrenme sürecinin kendisine odaklanmaktadır. Bu alışmalar, bebeklere ve çocuklara sağlanan çeşitli öğrenme görevlerinde, davranışsal ve nörogörüntüleme yöntemleriyle elde edilen bilgiler dahilinde araştırmacılara dil kazanımlarını tanımlamanın ötesine geçerek altta yatan mekanizmayı keşfetmeyi amaçlamıştır. ğrenme mekanizmaları ve öğrenmenin işlediği algısal ve bilişsel yapılar açısından, farklı öğrenme yörüngeleri çeşitli gelişimsel bozukluklarda gözlemlenen dil çıktılarındaki farklılaşmayı açıklayabilme açısından değerlidir.

2.2 İstatistiksel ğrenme ve Gelişimsel Dil Bozukluğu

Literatürde zgl dil bozukluğu olarak da bilinen (Tomblin, Mainela-Arnold ve Zhang, 2007) gelişimsel dil bozukluğu (GDB), bilişsel becerilerde herhangi bir sorunun olmadığı, ancak dilin bir veya birden fazla bileşeninde yaşa uygun dil fonksiyonlarının gerisinde kalan bir gelişimle karakterize edilen bir bozukluktur (Bishop, 2017). nemli bir nokta olarak, bu bozuklukla ilişkili dil sorunları işitme kaybı, zihinsel yetersizlik, otizm, nörolojik, motor veya sosyal gelişim geriliği gibi durumların olmadığı hallerde ortaya çıkmaktadır

(Schwartz, 2009). GDB'li çocuklarda, dil bilgisi becerilerinin zayıf olmasının yanı sıra, diğer dile ilişkin becerilerde de belirgin bozulmalar gözlenir. Özellikle, sağlıklı akranlarına kıyasla, GDB'li çocuklarda kelime öğrenme becerilerinin gelişiminde belirgin bir yavaşlama gözlemlenmektedir. (Kan ve Windsor, 2010). Bu durum, onların yeni kelimeleri öğrenme ve hatırlama süreçlerinde daha fazla güçlük yaşadığını ortaya koymaktadır. GDB'li çocuklarda kelimelerle ilgili fonolojik ve semantik bilgileri kodlamada yetersizlikler görülmektedir (Alt ve Plante, 2006). Dil becerilerinin yanı sıra, GDB yaşayan çocukların çalışan bellek kapasiteleri genellikle sınırlıdır ve bilgi işlem hızları, aynı yaş grubundaki akranlarına kıyasla daha düşüktür (Gathercole ve Baddeley, 1990).

GDB'li çocuklarda işitsel istatistiksel öğrenmeyi araştıran çalışmalar, GDB'li çocukların istatistiksel konuşma segmentasyonu ve dil bilgisi öğrenme görevlerinde tipik gelişim gösteren çocuklardan daha düşük öğrenme performansı gösterdiği bulgusuna ulaşmıştır (konuşma segmentasyonu: Evans, Saffran ve Robe-Torres, 2009; dil bilgisi: Hsu, Tomblin ve Christiansen, 2014; Lukács ve Kemény, 2014; Mainela-Arnold ve Evans, 2014; Mayor-Dubois ve ark., 2014). Örneğin, Evans ve arkadaşları (2009) tarafından yapay dil kullanılarak yapılan bir çalışmada, GDB tanısı konmuş ilkökul çağındaki çocuklara, sözcük sınırlarının yalnızca istatistiksel düzenlemelere dayalı olduğu bir hece dizisi dinletilmiş ve ardından sözel istatistiksel öğrenme becerileri test edilmiştir. Bu çalışmada, GDB'li çocuklar, kronolojik yaş ve sözel olmayan IQ açısından eşleştirilmiş tipik gelişim gösteren çocuklara göre istatistiksel öğrenme görevlerinde daha düşük performans sergilemiştir. Ancak, yapay dilin daha uzun süre dinletildiği durumlarda, GDB'li çocukların istatistiksel öğrenme performansları belirgin şekilde iyileşmiştir. Bu durum, yapay dilin daha uzun süre dinletilmesinin, çocukların dil içindeki istatistiksel düzenlilikleri fark etme ve öğrenme süreçlerini desteklediğini göstermektedir.

Aynı çalışmada, hece dizisi yerine müzik notalarından oluşan bir ses dizisi dinletilerek yapılan işitsel istatistiksel öğrenme testinin sözel olmayan versiyonunda, GDB'li çocukların performansının daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Bu, GDB'li çocukların müzik notaları arasındaki örüntüleri öğrenme konusunda da zorluk yaşadığını göstermektedir. GDB'li yetişkinlerle yapılan bir nörogörüntüleme çalışmasında da benzer sonuçlar elde edilmiştir (Plante ve ark., 2017).

Görsel istatistiksel öğrenme alanındaki çalışmalar, işitsel istatistiksel öğrenme ile benzer bulgular sunmaktadır. Özellikle, dil bilgisi becerilerinde bozukluk yaşayan ergenlik çağındaki GDB'li katılımcılar, görsel istatistiksel öğrenmeyi ölçen Seri Reaksiyon Süresi Testi'nde sağlıklı kontrol grubuna göre daha düşük performans göstermiştir (Tomblin, Mainela-Arnold ve Zhang, 2007).

Son yıllarda yapılan kapsamlı bir meta-analiz, literatürdeki bulgularla uyumlu olarak, GDB'li çocukların tipik dil gelişimi gösteren çocuklara kıyasla istatistiksel dil öğrenme testlerinde güçlük çektikleri bulgusunu doğrulamıştır (Obeid ve ark., 2016). Bu bulgular, GDB'li bireylerin sadece diğer dil becerilerinde değil, aynı zamanda istatistiksel öğrenme becerilerinde de bozulmalar yaşadığını ve karşılaştıkları zorlukların dilsel ve işitsel uyarılarla sınırlı olmadığını göstermektedir.

Yukarıda özetlenen araştırmalarda, GDB olan çocuklarda istatistiksel öğrenmeyi ölçmek için genellikle Gömülü-Desen Öğrenme Testi (görsel ve işitsel istatistiksel öğrenme testleri), Yapay Dil Öğrenimi Testi ve Seri Reaksiyon Süresi Testi kullanılmıştır. Bu çalışmalarda, GDB'li çocuklar kontrol grubuyla karşılaştırıldığında, bu üç testte de daha düşük performans gösterdikleri görülmektedir. Bu güçlükler, dil öğrenme bozukluğunun bir sonucu olarak ortaya çıkabileceği gibi (dil öğrenme bozukluğu → prosedürel öğrenme eksikliği), aynı zamanda dil öğrenme bozukluğuna yol açan bir neden de olabilir (prosedürel öğrenme eksikliği → dil öğrenme bozukluğu). Yani, dil öğrenme bozukluğu prosedürel öğrenme eksikliğine neden olabilirken prosedürel öğrenme eksikliği de dil öğrenme bozukluğuna yol açabilir. Bu iki olasılığı net bir şekilde ayırtmak güç olsa da hangisinin daha geçerli olduğunu belirlemek için beyin görüntüleme çalışmalarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu tür çalışmalar, beyin yapıları ve işlevleri arasındaki ilişkiyi daha iyi anlamamıza ve dil öğrenme süreçlerinde prosedürel öğrenmenin rolünü daha ayrıntılı bir şekilde incelememize olanak sağlayacaktır.

İstatistiksel öğrenmeye dair becerilerde gözlemlenen bozulmalar, GDB'li bireylerde kısa süreli bellek ve sözel çalışma belleği işlevlerindeki yetersizliklerle de ilişkilendirilmektedir (Archibald ve Gathercole, 2006; Marton ve ark., 2016). Bu durum, bu bireylerde bellek işlevlerinin istatistiksel öğrenme süreçlerini olumsuz etkileyebileceğini düşündürmektedir. Ancak, işitsel istatistiksel öğrenme performansındaki yetersizliklerin yalnızca bellek sorunlarıyla açıklanabilmesi olası görünmemektedir. İstatistiksel öğrenmedeki bozulmaların yalnızca sözel alanda değil, sözel olmayan alanlarda da (örn. görsel istatistiksel öğrenme) ortaya çıktığı dikkate alındığında, bu bozulmaların sadece bellek eksiklikleriyle sınırlı olmadığı anlaşılmaktadır. Özellikle görsel istatistiksel öğrenme gibi sözel olmayan öğrenme alanlarındaki sorunlar, kısa süreli bellek ve çalışma belleği işlevlerinden bağımsız olabilir. Tüm bu bulgular, GDB'li bireylerde istatistiksel öğrenme becerilerindeki bozulmaların karmaşık ve çok yönlü etkileşimlerden kaynaklandığını göstermektedir. GDB ile ilişkilendirilen sınırlamaların yalnızca dil becerileriyle sınırlı olmadığı, aynı zamanda genel istatistiksel öğrenme yeteneklerindeki yetersizliklerle de yakından bağlantılı olduğu anlaşılmaktadır. Ancak, bu yetersizliklerin kapsamı ve doğası konusunda daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

Özetle, GDB ile ilişkili istatistiksel öğrenme bozuklukları, yalnızca dil becerileriyle sınırlı kalmayıp, daha geniş bir bilişsel süreçler yelpazesini etkileyen karmaşık etkileşimlere işaret etmektedir. Bu bulgular, GDB'li bireylerdeki bozulmaların sadece sözel alanla değil, aynı zamanda sözel olmayan alanlarla da ilişkili olduğunu vurgulamaktadır.

Genel olarak dil bozuklukları ile istatistiksel öğrenme arasındaki ilişkiyi daha iyi anlamak amacıyla, GDB ile benzer özellikler taşıyan gelişimsel disleksi üzerinde durularak gelişimsel disleksili bireylerde istatistiksel öğrenme süreçlerinin nasıl gerçekleştiği incelenmiştir.

2.2 İstatistiksel Öğrenme ve Gelişimsel Disleksi

Gelişimsel disleksi (GD), bireyin normal veya üzerinde bir zekâ seviyesine, yeterli eğitim ve sosyo-ekonomik düzeye sahip olmasına rağmen okuma, yazma ve heceleme güçlükleri ile birlikte kelime tanımlama ve fonolojik çözümlenme becerilerindeki yetersizliklerle karakterize edilen bir gelişimsel bozukluktur. GDB ile benzer özellikler gösterse de GD temel olarak okuma ve yazma becerilerini etkileyen bir öğrenme güçlüğüdür. Okuma hızının belirgin şekilde yavaş olduğu bu bireyler genellikle harf ve sesleri eşleştirmekte zorlanmaktadır.

Dil ile ilişkili diğer gelişimsel bozukluklarda olduğu gibi, GD ve istatistiksel öğrenme arasındaki ilişki de geniş açıdan incelenmiştir. Bu çalışmalardan elde edilen bulgular, GDB'li çocuklarda istatistiksel öğrenmenin incelendiği çalışmalardan elde edilen bulgularla paralellik göstermektedir. Örneğin, Gabay, Thiessen ve Holt (2015) tarafından gerçekleştirilen bir çalışma, GD tanısı almış çocukların, yapay dil bilgisi öğrenme görevi ve müzik notalarının art arda sıralanmasından oluşan bir ton dizisini içeren istatistiksel öğrenme görevlerinde, kontrol grubundaki tipik gelişim gösteren çocuklara kıyasla daha düşük performans sergilediklerini göstermiştir. Ayrıca, bu çalışmada hem dil bilgisel hem de dilsel süreçlerle doğrudan ilgili olmayan müziksel düzenlilikleri öğrenmeyi kapsayan istatistiksel öğrenme görevlerindeki performanslar, okuma ölçümleriyle ilişkilendirilmiştir. Elde edilen veriler hem GDB hem de GD ile ilişkili bazı zorlukların, prosedürel öğrenme güçlüğü hipoteziyle uyumlu olduğunu göstermektedir. Bu hipotez, her iki bozukluğun da temelinde benzer öğrenme süreçlerinde aksaklıkların bulunduğunu öne sürmektedir. Lum ve arkadaşlarının (2014), Seri Reaksiyon Süresi testlerini içeren meta-analiz çalışmaları, gelişimsel disleksinin prosedürel öğrenme becerilerinde bozulma ile ilişkili olduğunu göstermektedir. Ancak, bu bozuklukların karmaşıklığı ve ilişkilendirildikleri çeşitli sonuçlar göz önüne alındığında, bu bozuklukların ilerlemesinde, birden fazla bilişsel ve/veya algısal güçlüğün etkili olabileceğine işaret etmektedir.

Disleksi, dilin tüm bileşenlerini eşit şekilde etkilememektedir ve disleksili bireyler bilişsel profil açısından büyük bir çeşitlilik göstermektedir (Castles ve Coltheart, 1993; Pennington, 2006; Ziegler ve ark., 2008). Bu durum, disleksili bireylerde istatistiksel öğrenme bozukluklarının hangi alanlarda gerçekleştiğinin belirlenmesini zorlaştırmaktadır. Özellikle görsel istatistiksel öğrenme testlerinin okuma ile anlamlı bir ilişki sergilemesi, bu alandaki bozulmaların disleksinin okuma güçlüğü ile ilişkisini açıklayabilir. Disleksili bireylerin okuma güçlüklerinin yanı sıra, görsel istatistiksel öğrenme becerilerinde de sorun yaşadıklarını bildiren çalışmalar mevcuttur (Kirkham, Slemmer ve Johnson, 2002). Bu bulgular, görsel istatistiksel öğrenme süreçlerindeki bozulmaların disleksi ile ilişkili olabileceğini ve bu nedenle istatistiksel öğrenme alanındaki çalışmalarda görsel öğrenme bozukluklarının incelenmesinin önemini vurgulamaktadır.

Özetle hem GDB hem de GD'li bireylerde istatistiksel öğrenme becerilerindeki zorlukların, dilsel ve bilişsel süreçlerle ilişkili olduğu görülmektedir. GDB'li bireylerde belirgin bir dil öğrenme bozukluğunun yanı sıra, istatistiksel öğrenme becerilerinde de bozulmalar gözlemlenmiş; GD'de ise benzer şekilde okuma ve yazma güçlükleri ile birlikte istatistiksel öğrenme zorlukları ortaya konmuştur. Bu iki bozuklukta da prosedürel öğrenme becerilerindeki eksiklikler, istatistiksel öğrenme süreçleri üzerindeki olumsuz etkileri açıklamada önemli bir rol oynamaktadır. Otizm spektrum bozukluğu bağlamında istatistiksel öğrenme güçlükleri, GDB ve GD'deki benzer bozukluklardan farklı ve daha karmaşık bir tablo sunmaktadır. Bu nedenle, otizmde istatistiksel öğrenme güçlüklerinin ele alınması, GDB ve GD'deki benzer güçlüklerden ayrıştırılmalı ve otizmin kendine has bilişsel ve sosyal profiline uygun olarak değerlendirilmelidir. Gelecek bölümde, otizmlili bireylerde istatistiksel öğrenme güçlükleri incelenerek bu bozukluğun, GDB ve GD'den nasıl ayrıldığı tartışılmıştır.

2.3 İstatistiksel Öğrenme ve Otizm Spektrum Bozukluğu

Otizm spektrum bozukluğu (OSB), sosyal iletişimdeki güçlüklerin yanı sıra, duyuusal anormallikler ve sınırlı, tekrarlayan davranışlarla tanımlanan bir gelişimsel bozukluktur. OSB'li bireyler, sosyal etkileşimlerde ve iletişim kurma yeteneklerinde belirgin zorluklar yaşar, sosyal sinyalleri anlamada ve uygun tepkiler vermede güçlük çekerler. Dil bozuklukları, OSB için tanımlanan mevcut tanı ölçütleri arasında yer almamaktadır; ancak OSB'li bireylerde de GDB yaşayan bireylerde olduğu gibi, dilin çeşitli boyutlarında bozulmalar gözlemlenmektedir. Yapılan araştırmalar, her iki bozukluğun da dilsel ve bilişsel süreçlerde benzer güçlükler yaşadığını göstermektedir (Ullman, 2004; Conti-Ramsden, Simkin ve Botting, 2006; Nicolson ve Fawcett, 2007; Bishop, 2010; Tomblin, 2011; Bartlett ve ark., 2012). Yüksek düzeyde örtüşen dilsel

ve bilişsel zorluklar, her iki bozukluğun altında yatan bazı temel süreçlerin ortak olabileceğini işaret etmektedir.

Her ne kadar bebeklik döneminde OSB ve GDB benzer gelişimsel örüntüleri takip etse de ilerleyen yıllarda bu iki bozukluk dil bozuklukları açısından farklı gelişimsel yörüngeleri takip etmektedir (Williams, Botting ve Boucher, 2008). Örneğin, GDB'li bireylerde fonoloji, morfoloji ve sözdizimi gibi alanlarda görülen bozukluklar yaşam boyu devam ederken, OSB'li bireylerde daha ziyade dilin pragmatik boyutundaki zorluklar yaygındır (Williams, Botting ve Boucher, 2008; Demouy ve ark., 2011). Ancak bu güçlükler, öncelikli olarak dilin pragmatik boyutunu etkilediği gibi semantik, morfolojik, fonolojik ve sözdizimsel alanlarda da ortaya çıkabilmektedir (Tager-Flusberg, 2006; Boucher, 2012; McGregor ve ark., 2012). Pragmatik dil bozuklukları, sosyal etkileşim ve iletişim kurma becerilerini doğrudan etkilerken diğer dil alanlarındaki yetersizlikler de bireylerin dil becerilerini ve günlük yaşamda karşılaştıkları zorlukları şekillendirmektedir. Bu durum, OSB'li bireylerde dilin çeşitli boyutlarındaki yetersizliklerin, dil becerilerinin sadece belirli bir alanında değil, çok yönlü bir şekilde ortaya çıktığını göstermektedir.

Öte yandan, GDB'li bireylerin bir alt kümesi, OSB'li bireylere benzer şekilde, sosyal işlevsellikte zorluklar yaşayabilmektedir (Durkin, Conti-Ramsden ve Simkin, 2012; Leyfer ve ark., 2008; Whitehouse ve ark., 2009). GDB'li bireylerde olduğu gibi, OSB olan bireyler de dikkat, yürütücü işlevler ve motor işlevleri değerlendiren görevlerde kontrol grubuna kıyasla sıklıkla daha düşük performans sergilemektedir (Dawson ve ark., 2002; Landry ve Bryson, 2004; Provost, Lopez ve Heimerl, 2007; Robinson ve ark., 2009). Ancak GDB'de sıkça gözlemlenen bir özellik olan çalışan bellek performansındaki bozulmaların aksine, OSB'li bireylerde çalışan bellek işlevlerinde belirgin bir bozulma görülmemektedir (Russell, Jarrold ve Henry, 1996). Bu fark, GDB ve OSB'nin bilişsel profillerindeki ayrımları ve her iki bozukluğun dilsel ve bilişsel işlevlerdeki etkilerini daha iyi anlamak için önemli bir gösterge olarak değerlendirilebilir.

OSB ve dil bozukluklarının yüksek komorbiditeye sahip olması sebebiyle, OSB'li çocuk ve yetişkinlerde istatistiksel öğrenme becerilerinin incelenmesi önemlidir. Ancak, gelişimsel bozukluklarda görülen dil ile ilgili yetersizliklerin, tümüyle istatistiksel öğrenme becerisindeki zorluklardan kaynaklandığı anlamına gelmemektedir. OSB'li çocuk ve yetişkinlerde istatistiksel öğrenmeyi inceleyen çalışmalar karmaşık bulgular ortaya koymaktadır (Mostofsky ve ark., 2000; Gordon ve Stark, 2007; Nemeth ve ark., 2010). GDB'li çocuklarda istatistiksel öğrenmeyi inceledikleri meta-analizde, Obeid ve arkadaşları (2016) aynı zamanda otizmli çocuklar ve ergenlerde istatistiksel öğrenme üzerine mevcut olan literatürü de incelemişlerdir. Dikkat çekici bir şekilde, birçok çalışmadan elde edilen veriler, OSB'li bireylerin

istatistiksel öğrenme görevlerinde zorluk yaşamadığını göstermektedir. Örneğin, Mayo ve Eigisti (2012) dil gecikmesi öyküsüne ve yüksek fonksiyonlu otizme sahip okul çağı çocuklarında istatistiksel öğrenmeyi incelemişlerdir. Bu çalışmada, kelime sınırları sadece istatistiksel ipuçları tarafından belirtilen üç heceli kelimeleri içeren bir hece akışının dinletildiğı çocuklar, yalnızca istatistiksel özelliklere dayanarak bu kelimeleri hece dizisinden ayırt edebilmişlerdir. Diğer bir deyişle OSB'li çocuklar istatistiksel öğrenme testinde tipik gelişim gösteren yaşlılarıyla benzer bir performans göstermiştir. Benzer şekilde, görsel istatistiksel öğrenme testlerinde de OSB'li çocuklar, tipik gelişim gösteren çocuklarla benzer performans göstermiştir. Hatta, ilginç şekilde, aynı çalışma, OSB'li yetişkinlerin karşılaştırma gruplarındaki yetişkinlere göre daha iyi performans sergilediğini gözlemleyerek bunun OSB'li bireylerde gözlenen görsel detayları işlemeye dair gelişmiş becerinin, görsel istatistiksel öğrenmeyi kolaylaştırabileceğini öne sürmektedir. Bu veriler, GDB ve GD'nin aksine, OSB'nin istatistiksel öğrenme ile ilgili zorluklar içermediğini ortaya koymaktadır.

Her ne kadar davranışsal çalışmalarda OSB'li bireyler ve sağlıklı bireyler arasında herhangi bir farklılık gözlenirse de OSB'li bireylerin istatistiksel öğrenme görevlerini ele alış biçimlerinde farklılıklar olabilmektedir. OSB'li bireylerin belirgin bir örtük öğrenme sürecini ek veya alternatif stratejiler kullanarak telafi edebiliyor olması mümkündür. Nitekim, davranışsal yöntemler yerine nörogörüntüleme yöntemi kullanılan çalışmalar, farklı sonuçlar ortaya koymaktadır. Örneğin, Scott-Van Zealand ve arkadaşları (2010), istatistiksel öğrenmenin nöral belirteçlerini araştırmak amacıyla, 9-16 yaş arasında yüksek işlevli otizme sahip çocuklar üzerinde bir fMRI çalışması gerçekleştirmiştir. Bu çalışmada, Saffran, Newport ve Aslin (1996) çalışmasındaki yöntemlerden uyarlanan bir konuşma segmentasyonu paradigması kullanılmıştır. OSB'li çocukların, tipik gelişim gösteren çocuklarda gözlenen bazal gangliyon ve sol temporo-parietal korteks içindeki öğrenmeye bağılı değişiklikleri göstermediğı gözlenmiştir.

EEG kullanılan bir diğer çalışmada, OSB'li çocuklarla tipik gelişim gösteren çocuklar arasında görsel istatistiksel öğrenme görevinde farklı nöral tepkiler gözlemlenmiştir (Jeste ve ark., 2015). Sözlü olmayan bilişsel yetenekleri ve sosyal işlevselliğı daha gelişmiş çocuklar, tipik gelişim gösteren çocuklardan farklı bir istatistiksel öğrenme deseni sergilemektedir. Sözel olmayan bilişsel yetenekleri gelişmiş olan OSB'li çocukların beklenmeyen uyarana karşı daha belirgin bir nöral tepki verdikleri, tipik gelişim gösteren çocukların ise beklenen uyarılara daha belirgin bir tepki gösterdikleri bulunmuştur. OSB'li çocuklarda istatistiksel öğrenmenin altında yatan beyin mekanizmalarını araştıran çalışmalar, davranışsal çıktıların nöral işlemleri tam olarak yansıtmayabileceğini ve bu bağlantının muhtemelen yüksek işlevli OSB'li çocuklarda daha belirgin olabileceğini göstermektedir. Ayrıca, bu

çalışmalar, OSB'li bireylerde istatistiksel öğrenmeyi test etmek için açık bir davranışsal tepki gerektirmeyen öğrenme görevlerinin (örn. göz hareketleri ve pupilometri) kullanılmasının önemini vurgulamaktadır.

Özetle, OSB sosyal iletişim ve dilin çeşitli alanlarında zorluklarla karakterize edilirken GDB'de dilin fonolojik ve yapısal alanlarında bozulmalar yaygındır. OSB'li bireyler istatistiksel öğrenme görevlerinde genellikle güçlük çekmemekte, ancak istatistiksel öğrenmeyi içeren nöral süreçler farklılık gösterebilmektedir. Bu bulgular, OSB'li bireylerde istatistiksel öğrenmeyi değerlendirirken alternatif ölçüm yöntemlerinin gerekliliğini ortaya koymaktadır.

3 Sonuç

Bu derleme makalesinde, istatistiksel öğrenme ile gelişimsel bozukluklar arasındaki karmaşık ve çok yönlü ilişki kapsamlı bir şekilde ele alınmıştır. Çalışmalardaki yöntemsel farklılıklar, paradigmalardaki ve uyarıcılardaki değişkenlikler ile katılımcı özelliklerindeki farklılıklar, çelişkili sonuçlar ortaya çıkarmaktadır. Elde edilen bulgular, tipik ve atipik gelişim aşamalarında istatistiksel öğrenme becerilerinin yeni bir kuramsal ve yöntemsel yaklaşımla boyutlandırılmasının kritik önemini vurgulamaktadır.

Gelişimsel disleksi ve gelişimsel dil bozukluğu ile istatistiksel öğrenme arasındaki bağlantılar, belirgin şekilde benzerlikler ve farklılıklar içermektedir. GD'de okuma ve yazma becerileri ile birlikte istatistiksel öğrenme güçlükleri gözlemlenirken GDB'de ise dil öğrenme güçlükleri ve istatistiksel öğrenme becerilerindeki bozulmalar dikkat çekmektedir. GD ve GDB'li bireylerde istatistiksel öğrenme zorluklarının, bu bozuklukların dilsel ve bilişsel süreçlerle ilişkili olduğunu gösteren bulgular, prosedürel öğrenme güçlüğü hipotezinin geçerliliğini desteklemektedir.

Öte yandan, otizm spektrum bozukluğu bağlamında istatistiksel öğrenme güçlükleri, GDB ve GD'den farklı ve daha karmaşık bir tablo sunmaktadır. OSB'li bireyler genellikle istatistiksel öğrenme görevlerinde tipik gelişim gösteren bireylerle benzer performans sergilemektedir. Ancak, nöral işleme aşamalarında önemli farklılıklar gözlemlenmektedir. OSB'li bireylerde, istatistiksel öğrenmeyi içeren nöral süreçlerin farklılık gösterebildiği ve bu bağlamda alternatif ölçüm yöntemlerinin gerekliliği ortaya konmuştur. Bu bulgular, OSB'deki istatistiksel öğrenme zorluklarının, GDB ve GD'den ayrıştırılması ve daha kapsamlı bir değerlendirme yapılması gerektiğini göstermektedir.

Elde edilen veriler, gelişimsel bozuklukların istatistiksel öğrenme üzerindeki etkilerinin daha iyi anlaşılabilmesi için yöntemsel çeşitliliğin önemini ve kuramsal çerçevelerin kapsamlı olmasının gerekliliğini vurgulamaktadır. Bu bağlamda, daha derinlemesine ve bütüncül bir araştırma

yaklaşımı benimsenmesi, istatistiksel öğrenme süreçlerinin daha doğru bir şekilde değerlendirilmesini sağlayacaktır. Gelişimsel bozukluklarla istatistiksel öğrenme arasındaki ilişkiyi daha iyi kavrayarak etkili müdahale ve destek stratejilerinin geliştirilmesi mümkün olacaktır. Bu alandaki ilerlemeler, dil edinim sürecinde istatistiksel öğrenmenin rolünü netleştirecek ve klinik uygulamalara dönüştürme potansiyelini artıracaktır.

Yazar Katkıları: Bu araştırma ve araştırma ile ilgili tüm aşamalar tek yazar tarafından yürütülmüştür.

Sunum beyanı ve doğrulama: Bu çalışma daha önce başka bir yerde yayınlanmamıştır. Başka bir dergide değerlendirme sürecinde değildir. Çalışmanın yayınlanması tüm yazarlar ve çalışmanın yapıldığı üniversitedeki/araştırma merkezindeki sorumlu makamlar tarafından örtük ya da açık olarak onaylanmıştır. Çalışma yayımlanmak için kabul edilirse, Dilbilim Araştırmaları Dergisinin yazılı izni olmadan başka bir basılı ya da elektronik ortamda Türkçe ya da başka bir dilde aynı biçimde yayınlanmayacaktır.

Çıkar Çatışması Beyanı: Yazarlar, kendileri arasında ya da başka kurum, kuruluş ve kişiler ile bu çalışmayı etkileyebilecek mali ve akademik çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Veri Kullanımı: Bu araştırmada veri kullanılmamıştır.

Etik Onay/Katılımcı Onamı: Çalışmada etik onaya ihtiyaç bulunmamaktadır.

Maddi Destek: Çalışma 221K236 Proje numarası ile TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir.

Kaynakça

- Alt, M., & Plante, E. (2006). Factors that influence lexical and semantic fast mapping of young children with specific language impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research: JSLHR*, 49(5), 941–954.
- Archibald, L. M., & Gathercole, S. E. (2006). Short-term and working memory in specific language impairment. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 41(6), 675–693.
- Arciuli, J., & Conway, C. M. (2018). The promise—and challenge—of statistical learning for elucidating atypical language development. *Current Directions in Psychological Science*, 27(6), 492-500.
- Aslin, R. N., Saffran, J. R., & Newport, E. L. (1998). Computation of conditional probability statistics by 8-month-old infants. *Psychological Science*, 9(4), 321-324.
- Bartlett, C. W., Flax, J. F., Fermano, Z., Hare, A., Hou, L., Petrill, S. A., ... & Brzustowicz, L. M. (2012). Gene× gene interaction in shared etiology of autism and specific language impairment. *Biological Psychiatry*, 72(8), 692-699.

- Bishop, D. V. M. (2017). Why is it so hard to reach agreement on terminology? The case of developmental language disorder (DLD). *International Journal of Language & Communication Disorders*, 52, 671–680.
- Bishop, D. V. M. (2010). Overlaps between autism and language impairment: phenomimicry or shared etiology?. *Behavior Genetics*, 40, 618–629.
- Bogaerts, L., Siegelman, N., & Frost, R. (2021). Statistical learning and language impairments: Toward more precise theoretical accounts. *Perspectives on Psychological Science*, 16(2), 319–337.
- Boucher, J. (2012). Research Review: Structural language in autistic spectrum disorder - characteristics and causes. *The Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 53, 219–233.
- Bulut, T., & Bahar, E. (2023). Afazili Bireylerde Dil Becerileri ve İstatistiki Öğrenme Becerisi Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. *Dilbilim Araştırmaları Dergisi*, 34(2), 285–304.
- Cannistraci, R. A., Dal Ben, R., Karaman F., Parvanezadeh Esfehiani, S., & Hay J.F. (2019). Statistical Learning Approaches to Studying Language Development. In J. Von Koss Torkildsen and J. Horst (Eds), *International Handbook of Language Development* (1st ed. pp. 55-71). London: Routledge.
- Castles, A., & Coltheart, M. (1993). Varieties of developmental dyslexia. *Cognition*, 47(2), 149–180.
- Cole, R. A., Jakimik, J., & Cooper, W. E. (1980). Segmenting speech into words. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 67(4), 1323–1332.
- Conti-Ramsden, G., Simkin, Z., & Botting, N. (2006). The prevalence of autistic spectrum disorders in adolescents with a history of specific language impairment (SLI). *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 47(6), 621–628.
- Dawson, G., Munson, J., Estes, A., Osterling, J., McPartland, J., Toth, K., ... & Abbott, R. (2002). Neurocognitive function and joint attention ability in young children with autism spectrum disorder versus developmental delay. *Child Development*, 73(2), 345–358.
- Demouy, J., Plaza, M., Xavier, J., Ringeval, F., Chetouani, M., Perisse, D., ... & Robel, L. (2011). Differential language markers of pathology in autism, pervasive developmental disorder not otherwise specified and specific language impairment. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 5(4), 1402–1412.
- Durkin, K., Conti-Ramsden, G., & Simkin, Z. (2012). Functional outcomes of adolescents with a history of specific language impairment (SLI) with and without autistic symp- tomatology. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 42, 123–138.

- Estes, K. G., Evans, J. L., Alibali, M. W., & Saffran, J. R. (2007). Can infants map meaning to newly segmented words? Statistical segmentation and word learning. *Psychological Science*, 18(3), 254-260.
- Evans, J. L., Saffran, J. R., & Robe-Torres, K. (2009). Statistical learning in children with specific language impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research: JSLHR*, 52(2), 321–335.
- Frith, C. D., & Frith, U. (2008). Implicit and explicit processes in social cognition. *Neuron*, 60(3), 503-510.
- Gabay, Y., Thiessen, E. D., & Holt, L. L. (2015). Impaired Statistical Learning in Developmental Dyslexia. *Journal of speech, language, and hearing research : JSLHR*, 58(3), 934–945.
- Gathercole, S. E., & Baddeley, A. D. (1990). Phonological memory deficits in language disordered children: Is there a causal connection?. *Journal of Memory and Language*, 29(3), 336-360.
- Gomez, R. L., & Gerken, L. (1999). Artificial grammar learning by 1-year-olds leads to specific and abstract knowledge. *Cognition*, 70(2), 109-135.
- Gomez, R. L., & Gerken, L. (2000). Infant artificial language learning and language acquisition. *Trends in Cognitive Sciences*, 4(5), 178-186.
- Gordon, B., & Stark, S. (2007). Procedural learning of a visual sequence in individuals with autism. *Focus on Autism and Other Developmental Disabilities*, 22(1), 14-22.
- Hay, J. F., Pelucchi, B., Estes, K. G., & Saffran, J. R. (2011). Linking sounds to meanings: Infant statistical learning in a natural language. *Cognitive Psychology*, 63(2), 93-106.
- Hsu, H. J., Tomblin, J. B., & Christiansen, M. H. (2014). Impaired statistical learning of non-adjacent dependencies in adolescents with specific language impairment. *Frontiers in Psychology*, 5, 175.
- Kan, P. F., & Windsor, J. (2010). Word learning in children with primary language impairment: a meta-analysis. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research : JSLHR*, 53(3), 739–756.
- Karaman, F., & Hay, J. F. (2018). The longevity of statistical learning: When infant memory decays, isolated words come to the rescue. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 44(2), 221.
- Karaman, F., Lany, J., & Hay, J. F. (2024). Can Infants Retain Statistically Segmented Words and Mappings Across a Delay?. *Cognitive Science*, 48(3), e13433.
- Kirkham, N. Z., Slemmer, J. A., & Johnson, S. P. (2002). Visual statistical learning in infancy: Evidence for a domain general learning mechanism. *Cognition*, 83(2), B35-B42.
- Landry, R., & Bryson, S. E. (2004). Impaired disengagement of attention in young children with autism. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 45(6), 1115-1122.

- Lany, J., Karaman, F., & Hay, J. F. (2024). A changing role for transitional probabilities in word learning during the transition to toddlerhood? *Developmental Psychology*, 60(3), 567–581.
- Leyfer, O. T., Tager-Flusberg, H., Dowd, M., Tomblin, J. B., & Folstein, S. E. (2008). Overlap between autism and specific language impairment: Comparison of autism diagnostic interview and autism diagnostic observation schedule scores. *Autism Research*, 1(5), 284-296.
- Lum, J. A., Conti-Ramsden, G., Morgan, A. T., & Ullman, M. T. (2014). Procedural learning deficits in specific language impairment (SLI): a meta-analysis of serial reaction time task performance. *Cortex*, 51(100), 1–10.
- Mainela-Arnold, E., & Evans, J. L. (2014). Do statistical segmentation abilities predict lexical-phonological and lexical-semantic abilities in children with and without SLI?. *Journal of Child Language*, 41(2), 327-351.
- Marcus, G. F., Vijayan, S., Bandi Rao, S., & Vishton, P. M. (1999). Rule learning by seven-month-old infants. *Science*, 283(5398), 77-80.
- Marton, K., Eichorn, N., Campanelli, L., & Zakarias, L. (2016). Working memory and interference control in children with specific language impairment. *Language and Linguistics Compass*, 10(5), 211-224.
- Mayo, J., & Eigsti, I. M. (2012). Brief report: A comparison of statistical learning in school-aged children with high functioning autism and typically developing peers. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 42, 2476-2485.
- Mayor-Dubois, C., Zesiger, P., Van der Linden, M., & Roulet-Perez, E. (2014). Nondeclarative learning in children with specific language impairment: predicting regularities in the visuomotor, phonological, and cognitive domains. *Child Neuropsychology*, 20(1), 14-22.
- McGregor, K.K., Berns, A.J., Owen, A.J., Michels, S.A., Duff, D., Bahnsen, A.J., & Lloyd, M. (2012). Associations between syntax and the lexicon among children with or without ASD and language impairment. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 42, 35–47.
- Mostofsky, S. H., Goldberg, M. C., Landa, R. J., & Denckla, M. B. (2000). Evidence for a deficit in procedural learning in children and adolescents with autism: implications for cerebellar contribution. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 6(7), 752-759.
- Nemeth, D., Janacek, K., Balogh, V., Londe, Z., Mingesz, R., Fazekas, M., ... & Vetro, A. (2010). Learning in autism: implicitly superb. *PloS one*, 5(7), e11731.
- Nicolson, R. I., & Fawcett, A. J. (2007). Procedural learning difficulties: reuniting the developmental disorders?. *TRENDS in Neurosciences*, 30(4), 135-141.
- Nissen, M. J., & Bullemer, P. (1987). Attentional requirements of learning: Evidence from performance measures. *Cognitive psychology*, 19(1), 1-32.

- Obeid, R., Brooks, P. J., Powers, K. L., Gillespie-Lynch, K., & Lum, J. A. (2016). Statistical Learning in Specific Language Impairment and Autism Spectrum Disorder: A Meta-Analysis. *Frontiers in Psychology*, 7, 1245.
- James, W. (1890). *The principles of psychology*. New York: Henry Holt. (1)
- Jeste, S. S., Kirkham, N., Senturk, D., Hasenstab, K., Sugar, C., Kupelian, C., . . . Johnson, S. P. (2015). Electrophysiological evidence of heterogeneity in visual statistical learning in young children with ASD. *Developmental Science*, 18, 90–105. doi:10.1111/desc.12188
- Pelucchi, B., Hay, J. F., & Saffran, J. R. (2009). Learning in reverse: Eight-month-old infants track backward transitional probabilities. *Cognition*, 113(2), 244-247.
- Pennington, B. F. (2006). From single to multiple deficit models of developmental disorders. *Cognition*, 101(2), 385-413.
- Perruchet, P., & Pacton, S. (2006). Implicit learning and statistical learning: One phenomenon, two approaches. *Trends in Cognitive Sciences*, 10(5), 233-238.
- Plante, E., Patterson, D., Sandoval, M., Vance, C. J., & Asbjørnsen, A. E. (2017). An fMRI study of implicit language learning in developmental language impairment. *NeuroImage: Clinical*, 14, 277–285.
- Provost, B., Lopez, B. R., & Heimerl, S. (2007). A comparison of motor delays in young children: autism spectrum disorder, developmental delay, and developmental concerns. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 37, 321-328.
- Qi, Z., Sanchez Araujo, Y., Georgan, W. C., Gabrieli, J. D., & Arciuli, J. (2019). Hearing matters more than seeing: A cross-modality study of statistical learning and reading ability. *Scientific Studies of Reading*, 23(1), 101-115.
- Reber, A. S. (1967). Implicit learning of artificial grammars. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 6(6), 855-863.
- Robinson, S., Goddard, L., Dritschel, B., Wisley, M., & Howlin, P. (2009). Executive functions in children with autism spectrum disorders. *Brain and Cognition*, 71(3), 362-368.
- Romberg, A. R., & Saffran, J. R. (2010). Statistical learning and language acquisition. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*, 1(6), 906-914.
- Ruffman, T., Taumoepeau, M., & Perkins, C. (2012). Statistical learning as a basis for social understanding in children. *British Journal of Developmental Psychology*, 30, 87–104.
- Russell, J., Jarrold, C., & Henry, L. (1996). Working memory in children with autism and with moderate learning difficulties. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 37(6), 673-686.
- Saffran, J. R., Aslin, R. N., & Newport, E. L. (1996). Statistical learning by 8-month-old infants. *Science*, 274(5294), 1926-1928.

- Saffran, J. R., & Kirkham, N. Z. (2018). Infant statistical learning. *Annual Review of Psychology*, 69, 181-203.
- Sawi, O. M., & Rueckl, J. (2019). Reading and the neurocognitive bases of statistical learning. *Scientific Studies of Reading*, 23(1), 8-23.
- Schwartz, R. G. (ed.) (2009). *Handbook of Child Language Disorders*. New York, NY: Psychology Press.
- Scott-Van Zeeland, A. A., McNealy, K., Wang, A. T., Sigman, M., Bookheimer, S. Y., & Dapretto, M. (2010). No neural evidence of statistical learning during exposure to artificial languages in children with autism spectrum disorders. *Biological Psychiatry*, 68(4), 345–351.
- Sigurdardottir, H. M., Fridriksdottir, L. E., Gudjonsdottir, S., & Kristjánsson, Á. (2018). Specific problems in visual cognition of dyslexic readers: Face discrimination deficits predict dyslexia over and above discrimination of scrambled faces and novel objects. *Cognition*, 175, 157–168.
- Tager-Flusberg, H. (2006). Defining language phenotypes in autism. *Clinical Neuroscience Research*, 6(3-4), 219-224.
- Thiessen, E. D., & Saffran, J. R. (2009). How the melody facilitates the message and vice versa in infant learning and memory. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1169(1), 225-233.
- Tomblin, B. (2011). Co-morbidity of autism and SLI: Kinds, kin and complexity. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 46(2), 127-137.
- Tomblin, B., Mainela-Arnold, E., & Zhang, X. (2007). Procedural learning in adolescents with and without specific language impairment. *Language Learning and Development*, 3(4), 269-293.
- Ullman, M. T. (2004). Contributions of memory circuits to language: The declarative/procedural model. *Cognition*, 92(1), 231-270.
- Ullman, M. T., & Pierpont, E. I. (2005). Specific language impairment is not specific to language: The procedural deficit hypothesis. *Cortex*, 41(3), 399-433.
- Whitehouse, A. J., Watt, H. J., Line, E. A., & Bishop, D. V. (2009). Adult psychosocial outcomes of children with specific language impairment, pragmatic language impairment and autism. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 44(4), 511-528.
- Williams, D., Botting, N., & Boucher, J. (2008). Language in autism and specific language impairment: Where are the links?. *Psychological Bulletin*, 134(6), 944.
- Ziegler, J. C., Castel, C., Pech-Georgel, C., George, F., Alario, F. X., & Perry, C. (2008). Developmental dyslexia and the dual route model of reading: Simulating individual differences and subtypes. *Cognition*, 107, 151–178.