



Psikiyatrik Hastalıklarda Ses Analizi

Sena YÜNDEN¹ 

ÖZ

Psikiyatrik hastalıkların tanısının konulması neredeyse tamamen kişisel bildirim ve klinik görüşe bağlıdır. Bu durum tanıyı öznel tutumlardan etkilenmeye açık bir hale getirmektedir. Psikiyatrik hastalıklarda riskli grupların taranmasında, tanı koymada, tedavi yanıtı izlenmesinde objektif verilere ve pratikte uygulanabilir yöntemlere ihtiyaç duyulmaktadır. Alpert, bir kişinin sesinde çok sayıda klinik bilgi bulunduğunu öne sürmüştür (Alpert, 1982). Bu noktada konuşmayı belirteç olarak kullanma hususunda, kişinin konuşma sırasında verbal ve non-verbal özellikleri gizlemesinin zor olması, dil içeriği aracılığıyla duygu ve düşüncenin doğrudan ifade edilmesi, konuşmanın nöromusküler modülasyonu dolaylı olarak yansıtması gibi birtakım avantajlardan bahsetmek mümkündür. Ses analizi kolay erişilebilir ve kolay uygulanabilen bir yöntem olması nedeniyle bu noktada klinisyenlere yardımcı olmak için iyi bir adaydır. Literatüre bakıldığında ses analizi, birçok psikiyatrik hastalıkta incelenmiştir, sonuçlar arasında heterojenite olmakla beraber ses analizi tanı koymakta ve tedavinin izlenmesinde önemli rol alacak gibi görünmektedir. Psikiyatrik hastalıklar ve ses analizi ile ilgili olarak yayınladığımız bu derlemeyle, henüz klinik pratiğimizde aktif olarak kullanmadığımız ancak psikiyatrik hastalıkların tanı ve tedavi izleminde bizlere sunduğu verilerle yardımcı olacak ses analizine bir pencere açmak hedeflenmiştir. Ayrıca dil, yapılan yapay zekâ çalışmaları için bireyler hakkında önemli veriler sağlama potansiyeline sahiptir. Ses analizi bu noktada terapi odası ile yapay zekâ arasında bir köprü potansiyeli taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Psikiyatrik Hastalıklar, Akustik Belirteç, Ses Analizi, Konuşma Analizi, Yapay Zekâ

Makalenin

Geliş Tarihi:
04.08.2022

Kabul Tarihi:
30.09.2022

Yayın Tarihi:
29.12.2022

Atıf/Citation:

Yünden, S. (2022).
Psikiyatrik
hastalıklarda ses
analizi. *Current
Research and Reviews
in Psychology and
Psychiatry*, 2(2), 201-
216.

¹Arş. Gör., Necmettin Erbakan Üniversitesi, Meram Tıp Fakültesi, Psikiyatri Anabilim Dalı, Konya, Türkiye, yunden_sena@hotmail.com

Voice Analysis in Psychiatric Disorders

ABSTRACT

Diagnosis of psychiatric disorders is almost entirely dependent on self-report and clinical opinion. This situation makes the diagnosis open to being affected by subjective attitudes. Objective data and practically applicable methods are needed for screening risky groups, diagnosing, and monitoring treatment response in psychiatric diseases. Alpert suggested that there is a lot of clinical information in a person's voice (Alpert, 1982). At this point, it is possible to talk about some advantages in terms of using speech as a marker, such as the difficulty of hiding verbal and non-verbal features while speaking, expressing emotions and thoughts directly through language content, and indirect reflection of neuromuscular modulation by speech. Voice analysis is a good candidate to assist clinicians, as it is an easily accessible and easy-to-apply method. When we look at the literature, voice analysis has been examined in many psychiatric diseases, although there is heterogeneity among the results, voice analysis seems to play an important role in diagnosing and monitoring the treatment. With this review we have published on psychiatric diseases and voice analysis, it is aimed to open a window to voice analysis, which we do not use actively in our clinical practice yet, but which will help us in the diagnosis and treatment follow-up of psychiatric diseases. In addition, language has the potential to provide important data about individuals for artificial intelligence studies. At this point, sound analysis has the potential to be a bridge between the therapy room and artificial intelligence.

Keywords: Psychiatric Diseases, Acoustic Marker, Voice Analysis, Speech Analysis, Artificial Intelligence

GİRİŞ

Küresel hastalık yükünü oluşturan ilk yirmi hastalığın beş tanesi psikiyatrik hastalıklardır (Vos ve ark., 2013). Çalışmalara göre dünyadaki her üç kişiden birinin yaşamları boyunca psikiyatrik bir tanı alacağı öngörülmektedir (Chesney ve ark., 2014; Vigo ve ark., 2016). Psikiyatrik hastalıkların küresel maliyetinin 2030 yılına kadar 6 trilyon ABD dolarına ulaşacağı ve bunun yüzde 35'ini düşük ve orta gelirli ülkelerin oluşturacağı tahmin edilmektedir (Bloom ve ark., 2011). Bu durum psikiyatrik hastalıklardan kaynaklanan ekonomik yükleri azaltmak için psikiyatrik hastalığı olan kişiler arasında yaşanan sağlık kaybını azaltmak için önleme ve tedavi ile ilgili daha uygun maliyetli müdahaleler geliştirmeye yönelik araştırma ihtiyacına dikkat çekmektedir (Christensen ve ark., 2020).

Psikiyatrik hastalıkların tanısının konulması neredeyse tamamen kişisel bildirim ve klinik görüşe bağlıdır. Bu durum tanıyı öznel yargılardan kolayca etkilenir hale getirmektedir. Görüşme sırasında bireylerden gelen geri bildirimler semptomların küçümsemesi veya abartılması, sosyal damgalanmadan kaçınmak gibi birçok sebepten dolayı objektiflikten uzaklaşır. Etkilenen bireylerin sayısı ve psikiyatrik hastalıklar sonucu ortaya çıkan iç gücü kaybı göz önüne alındığında psikiyatrik hastalıkların henüz tanı konulmadan önce riskli gruplarda taranmasında, tanı koymada ve ayırıcı tanıda, tedavi yanıtının izlenmesinde objektif belirteçlere ihtiyaç olduğu konusunda neredeyse bütün klinisyenler hemfikirdir. Bu noktada konuşmayı belirteç olarak kullanma hususunda, kişinin konuşma sırasında verbal ve non-verbal özellikleri gizlenmesinin zor olması, dil içeriği aracılığıyla duygu ve düşüncenin doğrudan ifade edilmesi, konuşmanın nöromusküler modülasyonu dolaylı olarak yansıtması gibi birtakım avantajlardan bahsetmek mümkündür.

Psikiyatrik hastalıkların konuşma üzerine etkileri ise uzun yıllardır hekimlerin dikkatini çekmektedir. 1921 yılında Emil Kraepelin, depresif hastaların konuşmalarını “hastaların alçak sesle, yavaş, tereddütlü, monoton, bazen kekeleyerek, fısıldayarak konuşmaları, bir kelime söylemeden önce birkaç kez denemeleri, cümlenin ortasında susmaları” şeklinde tanımlamıştır (Kraepelin, 1921). Alpert, bir kişinin sesinde çok sayıda klinik bilgi bulunduğunu öne sürmüştür (Alpert, 1982). Ayrıca başka bir çalışmada konuşmacının ruh haline göre ses kalitesinde meydana gelen değişikliklerinden yola çıkılarak ruh hali ile fizyolojik süreçler arasında bir bağlantı olduğu öne sürülmüştür (Siegman, 1985). Konuşma ve ses analizi bu çerçeveden bakıldığında zengin bir kaynak oluşturmaktadır.

Ses analizinin psikiyatrik hastalıklarda nesnel belirteç için iyi bir aday olmasının yanında pratiğe uyarlanma konusundaki kolaylığı da göz ardı edilemez. Yoğun poliklinik şartları göz önüne alındığında tek bir kayıt cihazı ile veri sağlama, kolay erişilebilir, non-invaziv ve ucuz bir yöntem olması klinisyene pratikte kullanımda büyük kolaylık sağlama potansiyeli taşımaktadır. Ayrıca gelişen teknoloji ve giyilebilir teknoloji aksesuarlarına da uyarlanabilir olması güzel bir potansiyel sunmaktadır. Gelişen teknolojiye entegre edilerek kliniğin dışında, bireylerin günlük hayatlarında belirginleşmeye başlayan semptomları analiz etmek klinisyene büyük ölçüde yardımcı olacaktır. Ayrıca dil, yapılan yapay zekâ çalışmaları için bireyler hakkında önemli veriler sağlama potansiyeline sahiptir. Ses analizi bu noktada terapi odası ile yapay zekâ arasında bir köprü potansiyeli taşımaktadır.

1. Konuşmanın Üretimi ve Ses Analizi

Konuşmak yalnızca ağız hareketlerinden ibaret değildir. Sözcüklerin de çok ötesinde içerisinde kişinin akıl sağlığı, anlık duygu ifadeleri hakkında bize bilgi sağlar. Ses analizi; konuşmanın miktarı ve hızı, temel frekansı, sesin modülasyonuna ilişkin konuşma değişkenliği, konuşma kalitesi, tonal, spektral veya diğer artikülasyon faktörleri (örneğin, dil veya dudak hareketi) gibi çeşitli özellikleri inceler. İnsan zihninde oluşan düşüncenin, çeşitli kas ve eklem gruplarının ortak çalışmasıyla hem içerik olarak hem de ses tonu gibi fonotik ve prozodik özellikler gibi sözel olmayan özelliklerin katkılarıyla karşı tarafa aktarılmasını sağlayan konuşma birçok faktörden etkilenmeye açıktır. Konuşmanın üretim süreci, eşzamanlı olarak bilişsel planlama ve karmaşık motor kas hareketlerini kapsar (Cummins, 2015). Konuşma üretiminin ve geri bildiriminin karmaşık süreci göz önüne alındığında, psikiyatrik hastalıklar birçok farklı alana etkisi ile konuşmayı etkileyebilmektedir. Somatik ve otomatik sinir sistemindeki değişiklikler, kasların tonusunda ve solunum hızında değişimlere neden olur (Kreibig, 2010; Scherer, 1986). Ses analizi kapsamında çeşitli akustik parametreler değerlendirilmektedir. F0, glottisin açılıp kapanma sayısı ve ses tellerinin birim zamanda titreşim sayısı olarak tanımlanır. Boğazdaki hava basıncına bağlıdır. F1 ses yolundaki rezonanstır ve ses yolunun nicel özellikleri hakkında spektral bilgi elde etmemizi sağlar. Jitter ve shimmer terimlerine baktığımızda jitter ile ses tellerinde düzensiz kapanma ve asimetric titreşimler değerlendirilir. Shimmer, ses yoğunluğundaki düzensizlikleri ve değişiklikleri incelemek için kullanılır. Konuşma hızı, konuşmanın hem sesli hem de sessiz kısımları için zamansal özelliklerin değerlendirilmesidir (Özseven ve ark., 2018).

2. Depresyon ve Ses Analizi

Scherer, bir kişi mutlu olduğunda sesinin perde seviyesinin yüksek ve aralığın geniş olduğunu, bir kişi üzgün olduğunda ise perdenin düştüğünü ve aralığın daraldığını ortaya koymuştur. Ayrıca 1981 yılında Scherer depresif hastaların seslerinin, hastalar psikiyatri hastanesine kabul edildiklerinde, taburcu olduklarında olduğundan daha yüksek bir ses perdesine sahip olduğunu bildirmiştir (Scherer, 1981). Bunun sebebi hastaların hastane yatışları sırasında daha kaygılı olmaları olarak değerlendirilmiştir. Çeşitli çalışmalarda araştırmacılar, konuşma sırasında seslendirme ve duraklamalar arasındaki ilişkiyi ölçerek, bir görüşmede depresif hastaların normal kontrollerden daha az konuştuklarını ve duraklamaların daha uzun ve sık olduğunu buldular (Aronson ve Weintraub, 1972; Kanfer, 1960; Pope ve ark., 1970; Sigeman, 1986). Depresif konuşmaya yönelik araştırmalar, hastaların düşük perde, düşük perde aralığı, daha yavaş konuşma hızı ve artikülasyon hataları gibi prozodik konuşma anormallikleri sergilediğini bulmuştur (Cummins, 2015). Hollien, depresyon tanısı alan hastaların konuşmalarında azalmış konuşma yoğunluğu, azalmış perde aralığı, konuşmada yavaşlama, tonlamada azalma ve dilsel stres eksikliği şeklinde 5 potansiyel özelliği vurgulamıştır (Hollien, 1980).

Depresyonu tanımak için en umut verici prozodik özelliklerden biri de konuşma hızıdır. Daha önce belirtildiği gibi depresif bireylerin kontrollerden daha yavaş konuştuğu bildirilmiştir. (Darby ve Hollien, 1977; Godfrey ve Knight, 1984; Greden ve Carroll, 1980; Greden ve ark., 1981; Hollien, 1980; Szabadi ve ark., 1976; Teasdale ve ark., 1980). Başka bir çalışmada, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında, depresif bir hasta grubunda konuşma duraklatma ölçümlerinin önemli ölçüde arttığını, ancak konuşma anlaşılabilirliğinde bir azalma olmadığı

bulunmuştur (Alpert ve ark., 2001). Bu sonuç, araştırmacılar tarafından depresyonda konuşma yavaşlamasının, motivasyon ile ilgili düşük bilişsel işleyişin bir göstergesi olarak yorumlanmıştır. Tartışmalı olarak depresyon şiddeti ile ilişkili en güçlü konuşma özelliklerinden biri olmasına rağmen, konuşma hızındaki azalmanın potansiyel bir motor geriliğe mi yoksa bilişsel bozulmaya bağlı olarak ortaya çıktığını henüz açık değildir. Konuşma hızını yavaşlatmanın iki yolu vardır. İlk yol, bir motor bozukluğun yansıması olan konuşma sesi üretim oranındaki bir azalmadır. İkinci yol ise, konuşmada daha uzun veya daha sık duraklamalar olmasıdır; bu ise bireyin kelimelerini seçmede güçlük çektiği bilişsel bir bozulmaya işaret eder. Ayrıca aynı çalışmada konuşma hızının HAMD puanları ile anlamlı bir negatif korelasyon gösterdiği bildirilmiştir (Cannizzaro ve ark., 2004).

Yamamoto ve arkadaşları 2020 yılında yaptıkları çalışmada üç hipotez ortaya atmışlardır: 1) depresyonlu hastalar sağlıklı insanlardan daha yavaş konuşur, daha uzun süre durur ve daha yavaş tepki verir 2) depresyonun şiddeti, konuşma hızı ile negatif, duraklama süresi ve tepki süresi ile pozitif ilişkilidir 3) bireyde depresyon belirtileri hafifledikçe konuşma hızı artar, duraklama süresi ve tepki süresi kısalmır (Yamamoto ve ark., 2020). Ayrıca Mundt ve arkadaşları antidepresan tedavilere yanıt veren depresif bireylerin, tedavilerden sonra önemli ölçüde daha hızlı konuşma oranları ve daha kısa duraklama süreleri gösterdiğini, yanıt vermeyenlerin ise konuşmada önemli değişiklikler göstermediğini ortaya koymuştur (Mundt ve ark., 2012).

İki grup bulgu, prozodinin depresyonu belirlemede önemli olduğu hipotezini desteklemektedir. Biri, depresyonu olan ve olmayan kişiler arasındaki kesitsel karşılaştırmadır. Bu çalışmalar, vokal prozodinin depresif semptomlarla güçlü bir şekilde değiştiğini göstermektedir. Diğer ise bir depresif dönem boyunca depresyondaki değişimin boylamsal çalışmalarıdır. Başarılı sonuçlar elde edilirse boylamsal çalışmalar tedavi planlaması ve tedavi etkinliğinin değerlendirilmesi üzerinde önemli bir etkiye sahip olabilir (Yang ve ark., 2012). Bu nedenle konuşma ve ses analizi yalnızca depresif ve kontrol gruplarının farklarını ortaya koymak için değil; depresyonun şiddetiyle ilişkili olarak da incelenmiştir. Stassen ve arkadaşları, Hamilton Depresyon Derecelendirme Ölçeği şiddetinde iyileşme ile ses akustik değişkenleri arasında korelasyon olduğunu bildirmiştir (Stassen ve ark., 1998). Depresyon şiddeti ile duraklama ile ilgili ölçümler arasında anlamlı korelasyonlar vardır, bu da depresif bireylerin kelime seçmekte zorlandıklarını şeklinde yorumlanmıştır (Alpert ve ark., 2001; Mundt ve ark., 2012). Mundt tarafından yürütülen iki farklı araştırma, daha büyük veri tabanlarında bu bulguları doğrulamıştır. İlk çalışmada, 6 haftalık bir depresyon şiddeti çalışmasında tedaviye yanıt veren (HAMD skorlarında %50'lik nispi azalma) hastaların, depresyonun şiddetine ilişkin daha az durakladığı ve daha hızlı konuştuğu gözlemlenmiştir (Mundt ve ark., 2007). 2014 yılında yapılan bir çalışmada araştırmacılar ortalama hece süresini analiz etmiş ve artan depresyon şiddeti ile pozitif bir korelasyon bildirmiştir (Hönig ve ark., 2014).

Depresyonda F0 değişkenleri ile ilgili sonuçları birbirleriyle çelişen çalışmalar bulunmaktadır. Bazı çalışmalarda hem azalan F0 aralığı hem de azalan F0 ortalaması ile artan depresyon şiddeti seviyeleri arasında korelasyon olduğu gösterilirken (Breznitz, 1992; Darby ve ark., 1984; Hönig ve ark., 2014) bazı çalışmalarda ise F0 değişkenleri ile depresyon arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır (Alpert ve ark., 2001; Cannizzaro ve ark., 2004; Mundt ve ark., 2012; Quatieri ve Malyska, 2012; Teasdale ve ark., 1980; Yang ve ark., 2012). Bu çelişkili sonuçların, depresyonun heterojen doğasından kaynaklanması muhtemeldir.

Psikomotor bozuklukların duygudurum bozukluklarının en erken ve en tutarlı göstergeleri olduğuna dair artan bilimsel kanıtlar vardır. Konuşma yalnız bilişsel fonksiyonlardan değil aynı zamanda nöromuskuler sistem değişikliklerinden de etkilenmektedir. Depresyonun tanı kriterlerinden de biri olan psikomotor retardasyon kas gerilimini etkileyerek F0 değişkenini etkileyebilmektedir. Diğer bir potansiyel neden olarak, ses tellerinin gerginliğinin arttırarak daha monoton konuşmaya yol açması gösterilir (Cannizzaro ve ark., 2004; Ellgring ve Scherer, 1996; Nilsonne ve ark., 1988; Sobin ve Sackeim, 1997; Tolkmitt ve ark., 1982). Depresif bireylerin, sağlıklı bireylere göre uzun reaksiyon zamanı göstermesi, duraklama sürelerinin uzaması ve konuşma hızlarının azalması psikomotor retardasyonla ilişkili olabileceğini düşündürmüştür. Ayrıca psikomotor bozuklukların değerlendirilmesi, klinisyenler için değerlidir, çünkü psikomotor retardasyonda düzelme, elektrokonvülsif tedavi ve ilaçlara verilen klinik yanıtın bir göstergesi olabilir (Hickie, 1995). Bu nedenle, hastanın psikomotor retardasyonunun doğru ve nesnel bir ölçümü, depresyonlu hastalarda depresyon sınıflandırmasının, boylamsal izlemenin ve sonuçların öngörülmesinin iyileştirilmesine katkıda bulunabilir. Konuşma sürecinin karmaşık yapısından dolayı hem bilişsel süreçlerdeki bozulma hem de psikomotor değişimler konuşma üretim sürecini etkileyebilir.

Depresyon ve demansta ses özellikleri incelenerek ayırıcı tanı hususunda da ses analizinden yararlanılmaya çalışılmıştır. Bilişsel yetenek kaybı demans ile ilişkilidir. Bununla birlikte, majör depresif bozukluk, kişinin psödodemans olarak bilinen bilişinin geçici olarak bozulmasına da neden olabilir. Demans ile psödodemansın ayırıcı tanısı gerçekten zor olabilmektedir. İstatistiksel analiz, depresif hastalar ve demans hastaları arasında ses özelliklerinde önemli farklılıklar olduğunu göstermektedir. Sumali ve arkadaşları 2010 yılında ses özelliklerindeki bu farklılık kullanarak bir makine öğrenimi modeli oluşturmuş ve depresyon hastaları ile demans hastalarını ayırt etmek için kayda değer bir performans kaydetmişlerdir. Makine öğrenimi ile otomatik psödodemans taramasının mümkün olduğu sonucuna varmışlardır (Sumali ve ark., 2020).

3. Bipolar Bozukluk ve Ses Analizi

Bipolar bozukluk, duygudurumun döngüsel varyasyonları ile karakterizedir. Bipolar bozukluk tanısı olan bireyler hipomani, mani veya depresyon atakları yaşarlar. Afektif belirtiler yalnızca ruhsal durumu etkilemekle kalmaz insan vücudundaki fizyolojik değişikliklere de sebep olur. Bu değişikliklerin konuşmaya yansması şaşırtıcı değildir. Bipolar tanısının kronik seyirli ve çoğu zaman öngörülemez yönü dikkate alındığında klinisyenleri destekleyecek nesnel veriler ve risk değerlendirmeleri hastalığın yönetimi ve tedavi modülasyonunda önemli olacaktır. Duygudurum atakları öngörmemizi sağlayacak biyolojik belirteçlerin henüz tam olarak belirlenmemiş olması duygudurum atakları arasındaki geçişte ses analizinin önemini arttırmaktadır. Hatta gelişen teknolojiye entegre edilerek kliniğin dışında, bireylerin günlük hayatlarında belirginleşmeye başlayan semptomları analiz etmek klinisyene büyük ölçüde yardımcı olacaktır. Ses analizi böyle bir sisteme dahil edilmek için uygun bir adaydır. Duygudurum bozukluklarında konuşulan dili analiz eden çalışmalar aslında 1938'e dayanmaktadır (Newman ve Mather, 1938). 2009 yılında yapılan bir çalışmada konuşma aktivitesinde artışın hipomaniye geçişi öngörebileceği öne sürülmüştür (Frye ve ark., 2009). Manik konuşma aynı zamanda, yazarların dikkat dağınıklığında belirginleşme ve artmış

aktivasyon ile ilişkilendirdiği, bir söylemden diğerine hızlı geçişlerin olduğu özellikler gösterir (Hoffman ve ark., 1986). Manik atakta sıklıkla bildirilen diğer konuşma özellikleri arasında ayrıntıcılıkta belirginleşme, clang çağrışımların varlığı yani sözcükler arasında anlamdan daha çok sese dayalı çağrışımların olması sayılabilir (Jamison ve ark., 2017; Sass ve ark., 2015). Manik atakta yükselmiş duygulanıma amaca yönelik aktivitede artış, para harcamada artış, düşüncelerin hızlanması, uykuda azalma gibi birçok belirti eşlik eder. Psikiyatrik semptomların doğası gereği düşünce alanında ve davranış alanındaki değişimler konuşma alanında değişimler ile belli noktalarda çakışır ve gerektiğinde beraber değerlendirilir. Bu noktada kişilerin telefon kullanımlarındaki artış konuşma alanındaki değişiklikleri, amaca yönelik etkinlik değişimlerini veya psikomotor aktivite artışını kapsayabilir. 2010 yılında yazarlar tarafından bipolar bozukluğu olan hastalar için akıllı telefonlarda kullanılan MONARCA sistemi olarak adlandırılan elektronik bir izleme sistemi oluşturulmuştur (Bardram ve ark., 2012; Faurholt-Jepsen ve ark., 2013; Bardram ve ark., 2013). Bu sistem uyku süresi, ilaç alımı gibi öznel özellikler ve yapılan telefon görüşmelerinin sayısı, süresi gibi davranışsal faaliyetlerin çeşitli yönleri hakkında elde edilen nesnel dataların değerlendirilmesi üzerine oluşturulmuştur. 2016 yılında yapılan bir çalışmada MONARCA sisteminin yeni versiyonu ile depresif ve manik semptomlarla başvuran bipolar bozukluğu olan hastaların telefon görüşmeleri sırasında günlük yaşamdan alınan ses özellikleri ve davranışsal faaliyetleri değerlendirilmiş ve duygulanım geçişlerini ayırt etmek hedeflenmiştir. Sonuç olarak günlük telefon görüşmelerinden elde edilen seslerin analizinin bipolar bozuklukta mevcut durum belirteçlerini temsil edebileceği ve bipolar bozukluğu olan hastalarda hem hastalığın gidişinin hem de tedavi etkinliğinin sürekli olarak izlenmesinde umut verici olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Faurholt-jepsen ve ark., 2016). Telefon görüşmelerinin değerlendirildiği başka bir çalışmada depresif veya manik atakların tahmini için en önemli değişkenler olarak konuşmanın süresi, telefon görüşmesinin uzunluğu, HNR değeri, kısa dönüş sayısı ve ses perdesinin F0 varyansındaki değişimler olarak belirtilmiştir (Muaremi ve ark., 2014). Manik ataktaki hastaların ve kontrol grubunun doğal konuşmalarının karşılaştırıldığı bir çalışmada, 6 hastaya nötral içerikli metin okuma ve uygulanan TAT (Tematik Algılama Testi) sonucunda, bipolar bozukluk tanısı olan hastalarda sesin ortalama perde, titreşim ve perde standart sapmasında değişikliklerin bulunduğu gösterilmiştir (Vanello ve ark., 2012). 2015 yılında yapılan bir çalışmada manik ataktaki hastalar ve kontrol grubu karşılaştırılmış ve sesin ortalama F1 ve F2 değerlerinde artış bulunmuştur (Zhang ve ark., 2015). Ses özelliklerinin bir arada değerlendirilmesiyle ortalama F1 puanı ile bipolar bozuklukta atak durumunun %82 doğruluk payı ile tahmin edebildiği ortaya konulmuştur (Guidi ve ark., 2015). Bipolar bozukluk tanısı olan hastanın 12 hafta izlendiği bir çalışmada hastaların depresif semptomlarının belirginleşmesiyle konuşmada duraklamaların arttığı gösterilmiştir (Maxhuni ve ark., 2016). 11 hastanın incelendiği başka bir çalışmada duygulanımdaki değişimleri ayırtetmekte F0 spektral analizi değerlendirilmiştir. Sonuçlara göre nötral içerikli metin okutulan hastaların ses özellikleri duygulanım değişimleri ile korele olarak değerlendirilmiştir. Kontrol grubun ses özellikleri; kaydın yapıldığı saatten etkilenmemiş ve kayıt sırasında ötimik olan hasta grubundan anlamlı olarak farklılık saptanmamıştır. Yine aynı çalışmada ötimik duruma ve hipotimik atağa kıyasla depresif durumda konuşma sırasında duraklamalarda artış olduğu gösterilmiştir (Guidi ve ark., 2017). 2020 yılında yayınlanan bir gözden geçirme çalışmasında, literatüre bakıldığında bipolar

bozuklukta konuşma hızıyla ilgili yayınların daha yetersiz olduğu gelecekte bu alanda yapılacak çalışmalara ihtiyaç olduğu belirtilmiştir (Low ve ark., 2020).

4. Şizofreni ve Ses Analizi

Şizofreni pozitif ve negatif semptomlardan oluşan, heterojen klinik prezentasyona sahip kronik bir hastalıktır. Pozitif semptomlar halüsinasyon ve hezeyanları kapsarken, negatif semptomlar denilince akla avolusyon, anhedoni, aloji, afektte küntleşme gelmektedir. Ayrıca şizofrenide dikkat ve bellek sorunları, yürütücü işlevlerde bozulma gibi bilişsel yetersizlikler de eşlik eder. Negatif semptomlar genellikle kötü prognoz ile ilişkilendirilmiştir (Kirkpatrick ve ark., 2006). Konuşma, şizofreni hastalarında yüksek oranda etkilenen bir alan olan sosyal iletişimin önemli bir parçasıdır. Duyguları ifade etmek için sesi kontrol etmede yaşadıkları zorluklar, bu bireylerin sosyal olarak etkili iletişim kurma becerilerini önemli ölçüde etkileyebilir. Sosyal iletişimdeki bozulmalar, sosyal başarısızlığa yol açabilir ve bu bireylere karşı daha olumsuz tutumlar ve sosyal yargılara neden olabilir (Altenberg ve Ferrand, 2006). Konuşma ile ilgili bulgular şizofreninin ilk tanımladığı zamanlardan beri dikkat çekmiştir. Literatüre bakıldığında şizofreni ve ses analizi sonuçları farklılıklar içermektedir. 2001 yılında yapılan bir çalışmada sağlıklı kontrol ve hasta grubu karşılaştırılmıştır ve sözel akıcılıkta farklılıklar saptanmıştır (Elvevåg ve ark., 2001). Ancak 2002 yılında yapılan bir çalışmada şizofrenide semantik sınır açısından anlamlı farklılık saptanmamıştır (Elvevåg ve ark., 2002). Ayrıca, kronik şizofreni hastalarının, sağlıklı kardeşlerine veya kontrollerine göre kelime sayısında azalma ve daha az karmaşık cümle yapısı üretme eğiliminde oldukları ortaya konulmuştur (DeLisi, 2001). Şizofreni hastaları ve sağlıklı kontrol grubunun karşılaştırıldığı bir çalışmada katılımcılara öfke, mutluluk, korku ve üzüntü içerikli metinler okutulmuştur. Şizofreni tanısı olan grupta öfke, korku ve mutluluk içerikli metinleri okurken seslerinde “yoğunluk işareti” etkisinin olmadığı raporlanmıştır. Ayrıca hastaların uygun stresi ve vurguyu iletmek için gereken ses yüksekliği düzeylerini değiştirmekte zorluk yaşadıkları görülmüştür. Ayrıca öfke, korku ve mutluluk ifadeleri sırasında daha fazla duraklamışlardır (McGilloway ve ark., 2003). Birçok çalışmada klinik gözlemlerle uyumlu olarak şizofreni hastalarında konuşma sırasında ortalama duraklama süresi anlamlı olarak yüksek saptanmıştır (Klipper ve ark., 2010; Rapcan ve ark., 2010). Yapılan birçok çalışmada şizofreni hastalarının, konuşmada yetersizlik, konuşma sırasında duraklamalarda artış, ses tonu ve ses yoğunluğunda ayırt edici özellikler açısından tanımlanan atipik ses kalıpları sergilediği gösterilmiştir (Alpert ve ark., 2000; Andreasen ve ark., 1985; Cohen ve ark., 2012, 2016; Galyunker ve ark., 2000). 13 çalışmanın meta-analizi, şizofreni ve sağlıklı bireyler duraklama ve konuşma süresi özellikleri açısından kıyaslandığında aralarında büyük farklılıklar olduğunu ancak ses yoğunluğu ile perde değişkenliği konusunda ise farklılıkların daha ılımlı olduğunu ortaya koymaktadır (Cohen ve ark., 2014). Tahir ve arkadaşlarının yaptığı bir araştırmada kontrol grubuyla kıyaslandığında şizofreni grubunda kısıtlı konuşma miktarı ve uzatılmış yanıt süresi için sırasıyla %80 ve %70 doğruluk oranı bildirilmiştir (Tahir ve ark., 2019). Yapılan bir gözden geçirme çalışması sonucunda şizofreni tanısı için perde değişkenliği ve konuşma süresi potansiyel adaylar olarak belirlenmiş, duraklama süresi ile ilgili birbirinden farklı sonuçlar olmasına rağmen şizofreni akustik belirteci olması lehine güçlü kanıtlar olduğu raporlanmış ancak net akustik bir belirteç belirlenememiştir (Parolo ve ark., 2019). Ses analizi ve konuşma özellikleri yalnızca şizofreniyi tanımlamakta değil ayırıcı tanı ve şizofreni hastalarının tanı almamış yakınlarında da incelenmiştir. 2012

yılında yapılan bir çalışmada şizofreni, bipolar bozukluk ve sağlıklı kontrol grubu karşılaştırılmıştır. Dil defisitleri hem şizofreni hem de bipolar bozukluk tanıları olan gruplarda tespit edilmiştir. Şizofreni tanısı olan grupta bipolar gruba göre defisitler daha şiddetli ve daha yaygın saptanmıştır (Perlini ve ark., 2012). Depresif ve şizofreni grubunun araştırıldığı çalışmada, şizofreni grubunda toplam konuşma süresi anlamlı olarak azalmış olarak raporlanmıştır (Kliper ve ark., 2010). Hastalarının etkilenmemiş birinci derece akrabalarının incelendiği bir çalışmada, incelenen tüm bilişsel ölçütler arasında akıcılığın en büyük etkiye sahip olduğu bulunmuştur (Snitz ve ark., 2006).

5. Anksiyete Bozuklukları ve Ses Analizi

Anksiyete, insanlarda ve diğer canlılarda görülen korku, gerginlik ve sıkıntı hissidir. Kişi fiziksel veya psikolojik bir tehditle karşılaştığında kaygı gelişir. Anksiyete ve ses analizi ile ilgili sonuçlar literatürde heterojendir. Murray ve Arnott 1993 yılında anksiyete bozukluklarında konuşma hızının arttığını bildirmişlerdir (Murray ve Arnott, 1993). Birçok çalışmada anksiyete bozukluğunda ortalama F0 değerinde artış olduğu ortaya koyulmuştur. (Özseven ve ark., 2018; Scherer ve ark., 2003; Ververidis ve Kotropoulos, 2006; Weeks ve ark., 2012). Ancak literatürde anksiyete bozukluğunda F0 değerinde anlamlı artış saptanmadığına dair sonuçlar da yer almaktadır. (Silber-Varod ve ark., 2016; Weeks ve ark., 2016). Ayrıca anksiyete bozukluklarında ses özelliklerine bakıldığında sesin 'jitter' özelliğinde anlamlı bir artış olduğu saptanmıştır (Özseven ve ark., 2018; Silber-Varod ve ark., 2016). Sosyal anksiyete bozukluğu tanısı olan hastalarla yapılan çeşitli çalışmalar sonucunda ortalama F0 değerinin daha yüksek olduğunu bildiren çalışmalar mevcuttur (Galili ve ark., 2013; Weeks ve ark., 2012).

6. Travma Sonrası Stres Bozukluğu ve Ses Analizi

Travma Sonrası Stres Bozukluğu, travmatik bir olaya maruz kaldıktan sonra ortaya çıkan, yeniden yaşantılama, kaçınma ve aşırı uyarılmışlık semptomları ile kendini gösteren bir sendromdur. Travmatik olaylar kişinin yaşam bütünlüğünü tehdit eden olaylar olarak tanımlanır. Scherer ve meslektaşları TTSB tanısı olan hastaların daha gergin ses özellikleri sergilediklerini ortaya koymuştur (Scherer ve ark., 2013). Başka bir çalışmada TTSB'de sesli harf aralığının azaldığı bildirilmiştir (Scherer ve ark., 2016). Marmar ve arkadaşları TTSB tanısı olan hastaların konuşmasının daha monoton, daha yavaş ve daha düz olduğunu belirlemiştir (Marmar ve ark., 2019).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Psikiyatrik hastalıkların konuşma üzerine etkisi uzun yıllardır hekimlerin dikkatini çekmiştir. Sesin üretimi karmaşık bir süreç sonucunda ortaya çıkar ve birçok faktör ses üretiminde etkilidir. Bu nedenle psikiyatrik hastalıkların konuşma üzerine etkileri de multifaktöriyel olmaktadır. Literatüre bakıldığında birçok psikiyatrik hastalıkta ses analizi incelenmiştir. Sonuçlar heterojenite içermekle beraber hem riskli grupların belirlenmesinde hem tanı koymada hem de tedavi yanıtı izleme de umut vaat eden sonuçlar bulunmaktadır. Unutulmamalıdır ki, konuşmayı yakalamak ve kaydetmek kolay ve ucuzdur ve kayıt cihazı dışında hiçbir özel ekipman gerektirmez. Ses kaydının kolay erişilebilir ve non-invaziv bir yöntem olması erişilebilirliği kolaylaştırmaktadır. Bu nedenle dil bilim ve akustik bilimler

alanlarından gelen teknolojik ve metodolojik ilerlemeler, ruh hastalıklarına bakış açımızda ve tanı koymamızda devrim yaratma potansiyeli sunmaktadır. (Cohen ve Elvevag, 2014). Ayrıca son yıllarda, depresyon, şizofreni gibi hastalıkların analizi için sesli ipuçları kullanan bazı makine öğrenimi yöntemleri önerilmiştir (Cummins ve ark., 2011; Low ve ark., 2010; Valstar ve ark., 2013; Valstar ve ark., 2014; Williamson ve ark., 2013; Yang ve ark., 2013). Mevcut yapay zekâ, normalde insan zekâsı gerektiren görevleri gerçekleştiren hızlı, olasılıklı algoritmalara dayanır; bu algoritmalar büyük veri kümeleri üzerinde eğitilir. Dil, yapılan yapay zekâ çalışmaları için bireyler hakkında önemli veriler sağlama potansiyeline sahiptir. Doğrulırsa, bu tür yöntemler psikiyatri pratiğini değiştirebilir. Ses analizi bu noktada terapi odası ile yapay zekâ arasında bir köprü potansiyeli taşımaktadır.

Finansal Destek: Yazar bu yazı için herhangi finansal destek almamıştır.

KAYNAKLAR

- Alpert, M. (1982). Encoding of feelings in voice. In P. J. Clayton ve J. E. Barrett (Eds.), *Treatment of depression: Old controversies and new approaches* (pp. 217-228). Raven Press.
- Alpert, M., Pouget, E. R. ve Silva, R. R. (2001). Reflections of depression in acoustic measures of the patient's speech. *Journal of Affective Disorders*, 66(1), 59-69.
- Alpert, M., Rosenberg, S. D., Pouget, E. R. ve Shaw, R. J. (2000). Prosody and lexical accuracy in flat affect schizophrenia. *Psychiatry Research*, 97(2-3), 107-118.
- Altenberg, E. P. ve Ferrand, C. T. (2006). Perception of individuals with voice disorders by monolingual English, bilingual Cantonese-English, and bilingual Russian-English women. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 49(4), 879-887.
- Andreasen, N. C., Hoffman, R. E. ve Grove, W. M. (1985). Mapping abnormalities in language and cognition. In M. Alpert (Ed.), *Controversies in schizophrenia: Changes and constancies: Proceedings of the 74th Annual Meeting of the American Psychopathological Association, New York City, March 1-3, 1984* (pp. 199-226). The Guilford Press.
- Aronson, H. ve Weintraub, W. (1972). Personal adaptation as reflected in verbal behavior. In A. W. Siegman ve H. Pope (Eds.), *Studies in dyadic communication* (pp. 265-279). Pergamon.
- Baddeley, A. (2003). Working memory and language: An overview. *Journal of Communication Disorders*, 36(3), 189-208.
- Bardram, J. E., Frost, M., Szántó, K. ve Marcu, G. (2012, January). *The MONARCA self-assessment system: A persuasive personal monitoring system for bipolar patients*. In Proceedings of the 2nd ACM SIGHIT International Health Informatics Symposium (pp. 21-30).
- Bennabi, D., Vandel, P., Papaxanthis, C., Pozzo, T. ve Haffen, E. (2013). Psychomotor retardation in depression: A systematic review of diagnostic, pathophysiological, and therapeutic implications. *BioMed Research International*.
- Bloom, B., Cohen, R. A. ve Freeman, G. (2011). Summary health statistics for US children; National health interview survey, 2010. *Vital and Health Statistics*, 250, 1-80.
- Breznitz, Z. (1992). Verbal indicators of depression. *The Journal of General Psychology*, 119(4), 351-363.

- Cannizzaro, M., Harel, B., Reilly, N., Chappell, P. ve Snyder, P. J. (2004). Voice acoustical measurement of the severity of major depression. *Brain and Cognition*, 56(1), 30-35.
- Chesney, E., Goodwin, G. M. ve Fazel, S. (2014). Risks of all-cause and suicide mortality in mental disorders: A meta-review. *World Psychiatry*, 13(2), 153-160.
- Christensen, M. K., Lim, C. C. W., Saha, S., Plana-Ripoll, O., Cannon, D., ... McGrath, J. J. (2020). The cost of mental disorders: A systematic review. *Epidemiology and Psychiatric Sciences*, 29.
- Christopher, G. ve MacDonald, J. (2005). The impact of clinical depression on working memory. *Cognitive Neuropsychiatry*, 10(5), 379-399.
- Cohen, A. S. ve Ellevåg, B. (2014). Automated computerized analysis of speech in psychiatric disorders. *Current Opinion in Psychiatry*, 27(3), 203.
- Cohen, A. S., Mitchell, K. R. ve Ellevåg, B. (2014). What do we really know about blunted vocal affect and alogia? A meta-analysis of objective assessments. *Schizophrenia Research*, 159(2-3), 533-538.
- Cohen, A. S., Morrison, S. C., Brown, L. A. ve Minor, K. S. (2012). Towards a cognitive resource limitations model of diminished expression in schizotypy. *Journal of Abnormal Psychology*, 121(1), 109.
- Cummins, N., Epps, J., Breakspear, M. ve Goecke, R. (2011). *An investigation of depressed speech detection: Features and normalization*. In Twelfth Annual Conference of the International Speech Communication Association, 2997-3000.
- Cummins, N., Scherer, S., Krajewski, J., Schnieder, S., Epps, J. ve Quatieri, T. F. (2015). A review of depression and suicide risk assessment using speech analysis. *Speech Communication*, 71, 10-49.
- Darby, J. K. ve Hollien, H. (1977). Vocal and speech patterns of depressive patients. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, 29(4), 279-291.
- Darby, J. K., Simmons, N. ve Berger, P. A. (1984). Speech and voice parameters of depression: A pilot study. *Journal of Communication Disorders*, 17(2), 75-85.
- DeLisi, L. E. (2001). Speech disorder in schizophrenia: Review of the literature and exploration of its relation to the uniquely human capacity for language. *Schizophrenia Bulletin*, 27(3), 481-496.
- Ellgring, H. ve Scherer, K. R. (1996). Vocal indicators of mood change in depression. *Journal of Nonverbal Behavior*, 20(2), 83-110.
- Ellevåg, B., Weickert, T., Wechsler, M., Coppola, R., Weinberger, D. R. ve Goldberg, T. E. (2002). An investigation of the integrity of semantic boundaries in schizophrenia. *Schizophrenia Research*, 53(3), 187-198.
- Ellevåg, B., Weinstock, D. M., Akil, M., Kleinman, J. E. ve Goldberg, T. E. (2001). A comparison of verbal fluency tasks in schizophrenic patients and normal controls. *Schizophrenia Research*, 51(2-3), 119-126.
- Faurholt-Jepsen, M., Busk, J., Frost, M., Vinberg, M., Christensen, E. M., ... Kessing, L. V. (2016). Voice analysis as an objective state marker in bipolar disorder. *Translational Psychiatry*, 6(7), e856-e856.

- Faurholt-Jepsen, M., Vinberg, M., Christensen, E. M., Frost, M., Bardram, J. ve Kessing, L. V. (2013). Daily electronic self-monitoring of subjective and objective symptoms in bipolar disorder-the MONARCA trial protocol (MONitoring, treAtment and pRediCtion of bipolAr disorder episodes): A randomised controlled single-blind trial. *BMJ Open*, 3(7), e003353.
- Frye, M. A., Helleman, G., McElroy, S. L., Altshuler, L. L., Black, D. O., ... Suppes, T. (2009). Correlates of treatment-emergent mania associated with antidepressant treatment in bipolar depression. *American Journal of Psychiatry*, 166(2), 164-172.
- Galili, L., Amir, O. ve Gilboa-Schechtman, E. (2013). Acoustic properties of dominance and request utterances in social anxiety. *Journal of Social and Clinical Psychology*, 32(6), 651-673.
- Galynker, I. I., Cohen, L. J. ve Cai, J. (2000). Negative symptoms in patients with major depressive disorder: A preliminary report. *Neuropsychiatry, Neuropsychology and Behavioral Neurology*, 13(3), 171-176.
- Godfrey, H. P. ve Knight, R. G. (1984). The validity of actometer and speech activity measures in the assessment of depressed patients. *The British Journal of Psychiatry*, 145(2), 159-163.
- Greden, J. F. ve Carroll, B. J. (1980). Decrease in speech pause times with treatment of endogenous depression. *Biological Psychiatry*.
- Greden, J. F. ve Carroll, B. J. (1981). Psychomotor function in affective disorders: An overview of new monitoring techniques. *The American Journal of Psychiatry*.
- Guidi, A., Schoentgen, J., Bertschy, G., Gentili, C., Scilingo, E. P. ve Vanello, N. (2017). Features of vocal frequency contour and speech rhythm in bipolar disorder. *Biomedical Signal Processing and Control*, 37, 23-31.
- Guidi, A., Vanello, N., Bertschy, G., Gentili, C., Landini, L. ve Scilingo, E. P. (2015). Automatic analysis of speech F0 contour for the characterization of mood changes in bipolar patients. *Biomedical Signal Processing and Control*, 17, 29-37.
- Hickie, I., Scott, E., Mitchell, P., Wilhelm, K., Austin, M. P. ve Bennett, B. (1995). Subcortical hyperintensities on magnetic resonance imaging: Clinical correlates and prognostic significance in patients with severe depression. *Biological Psychiatry*, 37(3), 151-160.
- Hoffman, R. E. ve Andreasen, N. C. (1986). A comparative study of manic vs schizophrenic speech disorganization. *Archives Of General Psychiatry*, 43, 831-838.
- Hollien, H. (1980). Vocal indicators of psychological stress. *Forensic Psychology and Psychiatry*, 347(1), 47-71.
- Hönig, F., Batliner, A., Nöth, E., Schnieder, S. ve Krajewski, J. (2014). *Automatic modelling of depressed speech: Relevant features and relevance of gender*. In Twelfth Annual Conference of the International Speech Communication Association, 1248-1252.
- Jamison, K. R. ve Traill, T. A. (2017). Robert Lowell, setting the river on fire: A study of genius, mania, and character. *Knopf*.
- Kanfer, F. H. (1960). Verbal rate, eyeblink, and content in structured psychiatric interviews. *The Journal of Abnormal and Social Psychology*, 61(3), 341.

- Kirkpatrick, B., Fenton, W. S., Carpenter, W. T., & Marder, S. R. (2006). The NIMH-MATRICES consensus statement on negative symptoms. *Schizophrenia Bulletin*, *32*(2), 214-219.
- Klipper, R., Portuguese, S. ve Weinshall, D. (2015, September). *Prosodic analysis of speech and the underlying mental state*. In International Symposium on Pervasive Computing Paradigms for Mental Health (pp. 52-62). Springer, Cham.
- Kraepelin, E. (1921). *Manic-depressive insanity and paranoia*. E. & S. Livingstone.
- Kreibig, S. D. (2010). Autonomic nervous system activity in emotion: A review. *Biological Psychology*, *84*(3), 394-421.
- Lieberman, M. ve Prince, A. (1977). On stress and linguistic rhythm. *Linguistic Inquiry*, *8*(2), 249-336.
- Low, D. M., Bentley, K. H. ve Ghosh, S. S. (2020). Automated assessment of psychiatric disorders using speech: A systematic review. *Laryngoscope Investigative Otolaryngology*, *5*(1), 96-116.
- Low, L. S. A., Maddage, N. C., Lech, M., Sheeber, L. ve Allen, N. (2010, March). *Influence of acoustic low-level descriptors in the detection of clinical depression in adolescents*. In 2010 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (pp. 5154-5157). IEEE.
- Marmar, C. R., Brown, A. D., Qian, M., Laska, E., Siegel, C., ... Vergyri, D. (2019). Speech-based markers for posttraumatic stress disorder in US veterans. *Depression and Anxiety*, *36*(7), 607-616.
- Mathers, C. D. ve Loncar, D. (2006). Projections of global mortality and burden of disease from 2002 to 2030. *PLoS Medicine*, *3*(11), e442.
- Maxhuni, A., Muñoz-Meléndez, A., Osmani, V., Perez, H., Mayora, O. ve Morales, E. F. (2016). Classification of bipolar disorder episodes based on analysis of voice and motor activity of patients. *Pervasive and Mobile Computing*, *31*, 50-66.
- McGilloway, K., Cooper, S. ve Douglas-Cowie, E. (2003). Can patients with chronic schizophrenia express emotion? A speech analysis. *Schizophrenia Research*, *64*(2-3), 189-190.
- Muaremi, A., Gravenhorst, F., Grünerbl, A., Arnrich, B. ve Tröster, G. (2014, May). *Assessing bipolar episodes using speech cues derived from phone calls*. In International symposium on pervasive computing paradigms for mental health (pp. 103-114). Springer, Cham.
- Mundt, J. C., Snyder, P. J., Cannizzaro, M. S., Chappie, K. ve Geralts, D. S. (2007). Voice acoustic measures of depression severity and treatment response collected via interactive voice response (IVR) technology. *Journal of Neurolinguistics*, *20*(1), 50-64.
- Mundt, J. C., Vogel, A. P., Feltner, D. E. ve Lenderking, W. R. (2012). Vocal acoustic biomarkers of depression severity and treatment response. *Biological Psychiatry*, *72*(7), 580-587.
- Murphy, F. C., Sahakian, B. J., Rubinsztein, J. S., Michael, A., Rogers, R. D., Robbins, T. W. ve Paykel, E. S. (1999). Emotional bias and inhibitory control processes in mania and depression. *Psychological Medicine*, *29*(6), 1307-1321.
- Murray, I. R. ve Arnott, J. L. (1993). Toward the simulation of emotion in synthetic speech: A review of the literature on human vocal emotion. *The Journal of the Acoustical Society of America*, *93*(2), 1097-1108.

- Newman, S. ve Mather, V. G. (1938). Analysis of spoken language of patients with affective disorders. *American Journal of Psychiatry*, 94(4), 913-942.
- Nilsonne, A., Sundberg, J., Ternstrom, S. ve Askenfelt, A. (1985). Analyzing voice fundamental frequency mobility and some other aspects of temporal dynamics in reading. *Speech Transmission Laboratory Quarterly Progress and Status Report (STL-QPSR)*, 4/1985.
- Nilsonne, Å., Sundberg, J., Ternström, S. ve Askenfelt, A. (1988). Measuring the rate of change of voice fundamental frequency in fluent speech during mental depression. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 83(2), 716-728.
- Özseven, T., Düğenci, M., Doruk, A. ve Kahraman, H. I. (2018). Voice traces of anxiety: Acoustic parameters affected by anxiety disorder. *Archives of Acoustics*, 625-636.
- Parola, A., Simonsen, A., Bliksted, V. ve Fusaroli, R. (2020). Voice patterns in schizophrenia: A systematic review and Bayesian meta-analysis. *Schizophrenia Research*, 216, 24-40.
- Perlini, C., Marini, A., Garzitto, M., Isola, M., Cerruti, S., ... Brambilla, P. (2012). Linguistic production and syntactic comprehension in schizophrenia and bipolar disorder. *Acta Psychiatrica Scandinavica*, 126(5), 363-376.
- Pope, B., Blass, T., Siegman, A. W. ve Rahe, J. (1970). Anxiety and depression in speech. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 35(1p1), 128.
- Postma, A. (2000). Detection of errors during speech production: A review of speech monitoring models. *Cognition*, 77(2), 97-132.
- Quatieri, T. F. ve Malyska, N. (2012). *Vocal-source biomarkers for depression: A link to psychomotor activity*. In Thirteenth Annual Conference of the International Speech Communication Association.
- Rapcan, V., D'Arcy, S., Yeap, S., Afzal, N., Thakore, J. ve Reilly, R. B. (2010). Acoustic and temporal analysis of speech: A potential biomarker for schizophrenia. *Medical Engineering & Physics*, 32(9), 1074-1079.
- Sass, L. ve Pienkos, E. (2015). Beyond words: Linguistic experience in melancholia, mania, and schizophrenia. *Phenomenology and the Cognitive Sciences*, 14(3), 475-495.
- Scherer, K. R. (1986). Vocal affect expression: A review and a model for future research. *Psychological Bulletin*, 99(2), 143.
- Scherer, K. R. ve Scherer, U. (1981). Speech behavior and personality. *Speech Evaluation in Psychiatry*, 115-135.
- Scherer, K. R., Johnstone, T. ve Klasmeyer, G. (2003). *Vocal expression of emotion*. Oxford University Press.
- Scherer, S., Stratou, G., Gratch, J. ve Morency, L. P. (2013, August). *Investigating voice quality as a speaker-independent indicator of depression and PTSD*. In Interspeech (pp. 847-851).
- Scherer, S., Stratou, G., Mahmoud, M., Boberg, J., Gratch, J., ... Morency, L. P. (2013, April). *Automatic behavior descriptors for psychological disorder analysis*. In 2013 10th IEEE International Conference and Workshops on Automatic Face and Gesture Recognition (FG) (pp. 1-8). IEEE.

- Shedlack, K., Lee, G., Sakuma, M., Xie, S. H., Kusner, M., ... DeLisi, L. E. (1997). Language processing and memory in ill and well siblings from multiplex families affected with schizophrenia. *Schizophrenia Research*, 25(1), 43-52.
- Siegmán, A. W. (1985). Expressive correlates of affective states and traits. *Multichannel Integrations of Nonverbal Behavior*, 37-68.
- Siegmán, A. W. (1987). The pacing of speech in depression. *Depression and Expressive Behavior*, 83-102.
- Silber-Varod, V., Gósy, M. ve Eklund, R. (2019). *Segment prolongation in Hebrew*. In The 9th Workshop on Disfluency in Spontaneous Speech (p. 47).
- Snitz, B. E., MacDonald III, A. W. ve Carter, C. S. (2006). Cognitive deficits in unaffected first-degree relatives of schizophrenia patients: A meta-analytic review of putative endophenotypes. *Schizophrenia Bulletin*, 32(1), 179-194.
- Sobin, C. ve Sackeim, H. A. (1997). Psychomotor symptoms of depression. *American Journal of Psychiatry*, 154(1), 4-17.
- Stassen, H. H., Kuny, S. ve Hell, D. (1998). The speech analysis approach to determining onset of improvement under antidepressants. *European Neuropsychopharmacology*, 8(4), 303-310.
- Sumali, B., Mitsukura, Y., Liang, K. C., Yoshimura, M., Kitazawa, M., ... Kishimoto, T. (2020). Speech quality feature analysis for classification of depression and dementia patients. *Sensors*, 20(12), 3599.
- Szabadi, E., Bradshaw, C. M. ve Besson, J. A. O. (1976). Elongation of pause-time in speech: A simple, objective measure of motor retardation in depression. *The British Journal of Psychiatry*, 129(6), 592-597.
- Tahir, Y., Yang, Z., Chakraborty, D., Thalmann, N., Thalmann, D., ... Dauwels, J. (2019). Non-verbal speech cues as objective measures for negative symptoms in patients with schizophrenia. *PLoS One*, 14(4), e0214314.
- Teasdale, J. D., Fogarty, S. J. ve Williams, J. M. G. (1980). Speech rate as a measure of short-term variation in depression. *British Journal of Social and Clinical Psychology*, 19(3), 271-278.
- Tolentino, J. C. ve Schmidt, S. L. (2018). DSM-5 criteria and depression severity: Implications for clinical practice. *Frontiers in Psychiatry*, 9, 450.
- Tolkmitt, F., Helfrich, H., Standke, R. ve Scherer, K. R. (1982). Vocal indicators of psychiatric treatment effects in depressives and schizophrenics. *Journal of Communication Disorders*, 15(3), 209-222.
- Valstar, M., Schuller, B., Smith, K., Almaev, T., Eyben, F., ... Pantic, M. (2014, November). *Avec 2014: 3d dimensional affect and depression recognition challenge*. In Proceedings of the 4th international workshop on audio/visual emotion challenge (pp. 3-10).
- Valstar, M., Schuller, B., Smith, K., Eyben, F., Jiang, B., ... Pantic, M. (2013, October). *Avec 2013: The continuous audio/visual emotion and depression recognition challenge*. In Proceedings of the 3rd ACM international workshop on Audio/visual emotion challenge (pp. 3-10).

- Vanello, N., Guidi, A., Gentili, C., Werner, S., Bertschy, G., ... Scilingo, E. P. (2012, September). *Speech analysis for mood state characterization in bipolar patients*. In 2012 annual international conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (pp. 2104-2107). IEEE.
- Ververidis, D. ve Kotropoulos, C. (2006). Emotional speech recognition: Resources, features, and methods. *Speech Communication*, 48(9), 1162-1181.
- Vigo, D., Thornicroft, G. ve Atun, R. (2016). Estimating the true global burden of mental illness. *The Lancet Psychiatry*, 3(2), 171-178.
- Vos, T., Barber, R. M., Bell, B., Bertozzi-Villa, A., Biryukov, S., ... Brugha, T. S. (2015). Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 301 acute and chronic diseases and injuries in 188 countries, 1990-2013: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *The Lancet*, 386(9995), 743-800.
- Weeks, J. W., Lee, C. Y., Reilly, A. R., Howell, A. N., France, C., ... Bush, A. (2012). The sound of fear: Assessing vocal fundamental frequency as a physiological indicator of social anxiety disorder. *Journal of Anxiety Disorders*, 26(8), 811-822.
- Weeks, J. W., Srivastav, A., Howell, A. N. ve Menatti, A. R. (2016). Speaking more than words: Classifying men with social anxiety disorder via vocal acoustic analyses of diagnostic interviews. *Journal of Psychopathology and Behavioral Assessment*, 38(1), 30-41.
- Williamson, J. R., Quatieri, T. F., Helfer, B. S., Horwitz, R., Yu, B. ve Mehta, D. D. (2013, October). *Vocal biomarkers of depression based on motor incoordination*. In Proceedings of the 3rd ACM international workshop on audio/visual emotion challenge (pp. 41-48).
- Yamamoto, M., Takamiya, A., Sawada, K., Yoshimura, M., Kitazawa, M., ... Kishimoto, T. (2020). Using speech recognition technology to investigate the association between timing-related speech features and depression severity. *PloS One*, 15(9), e0238726.
- Yang, Y., Fairbairn, C. ve Cohn, J. F. (2012). Detecting depression severity from vocal prosody. *IEEE Transactions on Affective Computing*, 4(2), 142-150.
- Zhang, J., Pan, Z., Gui, C., Xue, T., Lin, Y., ... Cui, D. (2018). Analysis on speech signal features of manic patients. *Journal of Psychiatric Research*, 98, 59-63.