



T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TIP FAKÜLTESİ
BİYOİSTATİSTİK ANA BİLİM DALI



**ÇOK BOYUTLU ÖLÇEKLEME YÖNTEMİ İLE BENİGN
VOKAL KORD LEZYONLARININ KLİNİK ÖZELLİKLERİNİN
VE YAŞAM KALİTESİ ETKİLERİNİN ANALİZ EDİLMESİ**

NESİBE GÜL YÜKSEL ASLIER

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

BURSA-2025

NESİBE GÜL YÜKSEL ASLIER

BİYOİSTATİSTİK ANA BİLİM DALI YÜKSEK LİSANS TEZİ 2025



T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TIP FAKÜLTESİ
BİYOİSTATİSTİK ANA BİLİM DALI



**ÇOK BOYUTLU ÖLÇEKLEME YÖNTEMİ İLE BENİGN VOKAL
KORD LEZYONLARININ KLİNİK ÖZELLİKLERİNİN VE YAŞAM
KALİTESİ ETKİLERİNİN ANALİZ EDİLMESİ**

Nesibe Gül YÜKSEL ASLIER



(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

DANIŞMAN:

Prof. Dr. İlker ERCAN

BURSA-2025

T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ETİK BEYANI

Yüksek Lisans tezi olarak sunduğum “**Çok Boyutlu Ölçekleme Yöntemi ile Benign Vokal Kord Lezyonlarının Klinik Özelliklerinin ve Yaşam Kalitesi Etkilerinin Analiz Edilmesi.**” adlı çalışmanın, proje safhasından sonuçlanmasına kadar geçen bütün süreçlerde bilimsel etik kurallarına uygun bir şekilde hazırlandığını ve yararlandığım eserlerin kaynaklar bölümünde gösterilenlerden oluştuğunu belirtir ve beyan ederim.

Nesibe Gül YÜKSEL ASLIER
Tarih ve İmza
10/06/2025

TEZ KONTROL ve BEYAN FORMU

10/06/2025

Adı Soyadı: Nesibe Gül YÜKSEL ASLIER

Anabilim Dalı: Tıp / Biyoistatistik

Tez Konusu: Çok Boyutlu Ölçekleme Yöntemi ile Benign Vokal Kord
Lezyonlarının Klinik Özelliklerinin ve Yaşam Kalitesi Etkilerinin Analiz Edilmesi

UYGUN

<u>ÖZELLİKLER</u>	<u>UYGUNDUR</u>	<u>DEĞİLDİR</u>	<u>AÇIKLAMA</u>
Tezin Boyutları	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Dış Kapak Sayfası	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
İç Kapak Sayfası	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Kabul Onay Sayfası	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Sayfa Düzeni	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
İçindekiler Sayfası	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Yazı Karakteri	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Satır Aralıkları	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Başlıklar	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Sayfa Numaraları	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Eklerin Yerleştirilmesi	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Tabloların Yerleştirilmesi	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Kaynaklar	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

DANIŞMAN ONAYI

Prof. Dr. İlker ERCAN

İmza:

İÇİNDEKİLER

ETİK BEYAN.....	II
TEZ KONTROL ve BEYAN FORMU	III
İÇİNDEKİLER.....	IV
TÜRKÇE ÖZET.....	VI
İNGİLİZCE ÖZET	VII
TEZ KONUSUNUN KÜRESEL SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA HEDEFLERİ İLE İLİŞKİSİ	VIII
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Çok Boyutlu Ölçekleme Yöntemi	3
2.2. Çok Boyutlu Ölçeklemenin Temel Bileşenler Analizi ile Benzerlik ve Farklılıkları	4
2.3. Çok Boyutlu Ölçeklemenin Genel Özellikleri	6
2.4. Çok Boyutlu Ölçeklemede Ölçek Tipleri	7
2.4.1. Nominal ölçek	8
2.4.2. Ordinal ölçek	8
2.4.3. Aralıklı ölçek.....	8
2.4.4. Oransal ölçek.....	8
2.5. ÇBÖ Analizi İçin Benzerlik/Uzaklık Ölçüleri	9
2.5.1. Öklid uzaklığı.....	9
2.5.2. Ağırlıklandırılmış öklid uzaklığı.....	9
2.5.3. Gower uzaklığı.....	10
2.5.4. Minkowsky uzaklığı	11
2.5.5. City-blok (Manhattan) uzaklığı.....	11
2.5.6. Bray-Curtis uzaklığı.....	12
2.5.7. Chebychef uzaklığı	12
2.5.8. Mahalanobis uzaklığı.....	13
2.6. Çok Boyutlu Ölçeklemede Temel Kavramlar ve Yöntem	13
2.6.1. Metrik çok boyutlu ölçekleme	14
2.6.2. Non-metrik çok boyutlu ölçekleme	18
2.7. ÇBÖ analizlerde boyut sayısının belirlenmesi	20
2.7.1. Stres değeri temelli yaklaşım	21
2.7.2. Özdeğer temelli yaklaşım	21
2.7.3. Yorumlanabilirlik ve görsel temsil	21
2.8. ÇBÖ Analizlerde Stres Grafiği ve Uyum Derecesi	22
2.8.1. Stres kavramı.....	22
2.8.2. Yamaç grafiği (scree plot).....	22
2.8.3. Shepard diyagramı	23
2.8.4. Uyum derecesinin belirlenmesi: R^2 ölçütü	23
2.8.5. Uyum düzeyine göre stres yorumları.....	24
2.9. Algısal Haritaların Anlamı ve Yorumu	24
2.9.1. Kavramsal tanım	24
2.9.2. Yapısal özellikleri	25
2.9.3. Boyutların yorumu	25
2.9.4. Yorumsal anlam ve karar desteği.....	25
2.10. Sağlık Alanında Çok Boyutlu Ölçekleme Çalışmaları	26

2.11. Benign Vokal Kord Lezyonları, Paralizileri ve Yaşam Kalitesi Ölçekleri	27
3. GEREÇ VE YÖNTEM	29
3.1. Çalışma Grubu ve Olgular	29
3.2. Değişkenler	30
3.3. Akustik Ses Analizi Bulguları	30
3.4. Yaşam Kalitesi Ölçekleri	31
3.4.1. Ses engellik indeksi	31
3.4.2. Ses-ilişkili yaşam kalitesi anketi	31
3.4.3. Reflü semptom indeksi	32
3.5. İstatistiksel Analiz	32
3.5.1. Analiz yöntemi	32
3.5.2. Uzaklık ölçütleri	33
3.5.3. ÇBÖ uygulama adımları	33
3.5.4. ÇBÖ Analizinin yorumlanması	33
4. BULGULAR	35
4.1. Tüm Örneklemeye Ait Belirtici İstatistik Bulguları	35
4.2. Tüm Örneklemeye Ait Klinik Tanı Gruplarının Cinsiyet İşaretli Modellendiği ÇBÖ Analiz Bulguları	37
4.2.1 Olguların demografik verileri ve alışkanlıklarına ait verileri içeren ÇBÖ modeline ait analiz bulguları	37
4.2.2. Olguların sürekli ve ordinal değişkenlere ait verilerini içeren ÇBÖ modeline ait analiz bulguları	39
4.2.3. Olguların demografik (cinsiyet dışında), alışkanlık, klinik ve yaşam kalitesi anket bulgularına ait tüm değişkenleri içeren ÇBÖ modeline ait analiz bulguları	45
4.3 Tüm Örneklemeye Ait Klinik Tanı Gruplarına Göre Modellenmiş Çok Boyutlu Ölçekleme Analiz Bulguları	48
4.3.1 Olguların demografik verileri ve alışkanlıklarına ait verileri içeren ÇBÖ modeline ait analiz bulguları	48
4.3.2. Olguların sürekli ve ordinal değişkenlere ait verilerini içeren ÇBÖ modeline ait analiz bulguları	50
4.3.3. Olguların demografik, alışkanlık, klinik ve yaşam kalitesi anket bulgularına ait tüm değişkenleri içeren ÇBÖ modeline ait analiz bulguları	56
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	59
6. KAYNAKLAR.....	69
7. SİMGELER VE KISALTMALAR	73
8. EKLER	74
9. TEŞEKKÜR.....	81
10. ÖZGEÇMİŞ	82

TÜRKÇE ÖZET

Bu çalışma, tek taraflı benign vokal kord lezyonu ve paralizisi tanısı almış bireylerde demografik, alışkanlık, akustik ses özelliklerinin ve yaşam kalitesinin klinik alt gruplar arasındaki ayrışma örüntülerini çok boyutlu ölçekleme (ÇBÖ) yöntemi ile ortaya koymayı amaçlamıştır.

Ordinal, sürekli ve kategorik değişkenlerden oluşan karma yapıli verilerin çok boyutlu örüntülerini incelemek amacıyla non-metrik ÇBÖ yöntemi kullanılmıştır. Her bir model Kruskal stres değeri ve R² açıklayıcılık oranları temel alınarak değerlendirilmiş; grafik düzleminde ortaya çıkan kümelenmeler, gruplar arası ayrışma ve grup içi homojenlik yorumlanmıştır.

Çalışmaya dahil edilen 90 hastanın %67,8'i kadın olup, yaş ortalaması 43,34 ± 11,3 yıl olarak bulunmuştur. Katılımcıların en yaygın lezyonu vokal kord nodülü (%31,1) olup, bunu polip (%27,8), paralizisi (%24,4) ve kist (%16,7) izlemektedir. Cinsiyete göre renk kodlaması yapılan grafiklerde, kadın ve erkek bireylerin tüm patoloji gruplarına dağılmış olduğu; belirgin bir cinsiyet temelli kümelenmenin ise akustik ses analizleri ve yaşam kalitesi anketlerine ait değişkenlerin dahil edildiği modellerde olduğu görülmüştür. Sadece akustik parametreler ve yaşam kalitesi puanlarını içeren modellerde, verileri çok güçlü temsil edecek düzeyde düşük stres değerleri elde edilmiştir. Akustik ses analizi ve yaşam kalitesi anket skorları açısından ise vokal kord paralizileri diğer gruplardan ayrışırken, polipler içiçe kümelenmiş, nodüller ve kistler heterojen saçılım göstermiştir.

Sonuç olarak, cinsiyetin, benign vokal kord hastalıklarının değerlendirilmesinde akustik ses analizleri ve yaşam kalitesi anketleri açısından güçlü ayrıştırıcı araçlar olduğu ortaya koyulmuştur. Non-metrik ÇBÖ yöntemi, karmaşık klinik verilerin örüntüsel analizinde anlamlı sonuçlar üretmiş ve özellikle cinsiyet farklılıklarının ve klinik tanıların çok boyutlu temsiline katkı sağlamıştır.

Anahtar Kelimeler: Akustik ses analizi, çok boyutlu ölçekleme, çok değişkenli analiz, ses bozuklukları, vokal kord, yaşam kalitesi.

İNGİLİZCE ÖZET

ANALYSIS OF THE CLINICAL CHARACTERISTICS AND QUALITY OF LIFE IMPACT OF BENIGN VOCAL FOLD LESIONS USING MULTIDIMENSIONAL SCALING METHOD

This study aimed to identify the multidimensional patterns of differentiation between clinical subgroups in individuals diagnosed with unilateral benign vocal cord lesions and paralysis by using the non-metric multidimensional scaling (MDS) method based on demographic, habitual variables, acoustic voice characteristics, and voice-related quality of life measures.

To analyze the complex structure of data composed of both ordinal, continuous and categorical variables, non-metric MDS was applied. Each model was evaluated based on Kruskal's stress value and R² variance explanation ratios, and the emerging clustering patterns on the graphic plane were interpreted in terms of between-group separation and within-group homogeneity.

Among the 90 patients included in the study, 67.8% were female, and the mean age was 43.34 ± 11.3 years. The most common lesion type was vocal fold nodule (31.1%), followed by polyp (27.8%), paralysis (24.4%), and cyst (16.7%). In the gender-coded plots, male and female individuals were observed to be distributed across all lesion types; however, gender-based clustering was prominent only in models based on acoustic voice analysis and voice-related quality of life scales. Models including solely acoustic parameters and quality of life scores, low stress values were yielded, indicating a very strong structural representation of the data. In terms of acoustic voice analysis and quality of life questionnaire scores, vocal cord paralysis patients were differentiated from other groups, while polyps were clustered, and nodules and cysts were heterogeneously distributed.

In conclusion, gender was demonstrated to be a powerful discriminatory tool in the assessment of benign vocal cord diseases, using acoustic sound analysis and quality of life questionnaires. The non-metric MDS method produced meaningful results in the patterned analysis of complex clinical data and contributed particularly to the multidimensional representation of gender differences and clinical diagnoses.

Keywords: Acoustic analysis, multidimensional scaling, multivariate analysis, quality of life, vocal cords, voice disorders

BUÜ SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEZ KONUSUNUN KÜRESEL SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA
HEDEFLERİ İLE İLİŞKİSİ

					
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
					
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
					
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Yüksek Lisans tezi olarak sunduğum “Çok Boyutlu Ölçekleme Yöntemi ile Benign Vokal Kord Lezyonlarının Klinik Özelliklerinin ve Yaşam Kalitesi Etkilerinin Analiz Edilmesi.” başlıklı tez **3.,10.** Küresel Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri ile ilişkilidir.

Anahtar kelimeler aşağıdaki bağlantı üzerinden
<https://incites.help.clarivate.com/Content/Resources/Docs/SDG2023.xlsx>
seçilmelidir.

1. GİRİŞ

Çok Boyutlu Ölçekleme (ÇBÖ), nesnelere arasındaki benzerlik ya da benzemezlik ilişkilerinin çok boyutlu bir uzayda görselleştirilmesine olanak tanıyan bir yöntemdir. Gözlemlenen benzerlik (similarity) veya farklılık (dissimilarity) matrisine dayanarak, her bir nesneyi bir koordinat sistemine yerleştirir. Amaç, nesnelere görsel olarak daha kolay bir biçimde anlatıldığı, orijinal benzerlik durumunu koruyan bir yapı ortaya koymaktır. Çok boyutlu ölçekleme analizinde hesaplanmış uzaklık ölçülerinden bir fonksiyon yardımıyla gösterim uzaklıkları elde edilmeye çalışılır. Diğer bir deyişle, ÇBÖ analizi, uzaklık matrisinin grafik koordinatlarına dönüştürülmesi temeline dayanan bir boyut indirgeme yöntemidir. Çok değişkenli istatistiksel yöntemlerden biri olan ÇBÖ analizi bir boyut indirgeme tekniği olarak kullanılmasının yanı sıra, nesnelere ya da bireylerin aralarındaki farklılıkları veya benzerlikleri sıralayan ve hipotez testlerinin kurulmasına ve verinin bağıllık yapısının incelenmesine yardımcı olan bir tekniktir (Alpar, 2011).

Sağlık alanında ÇBÖ analizi ile yapılan çalışmalar incelendiğinde çoğunun ölçek tabanlı psikolojik çalışmalar olduğu, ancak karmaşık değişkenler içeren klinik çalışmaların oldukça az olduğu izlenmiştir. Bu tez çalışmasında ise, ölçek içeren ordinal değişkenlerin yanı sıra, nominal ve sürekli değişkenleri içeren bir veri seti üzerinde ÇBÖ analizi uygulanmıştır.

Benign vokal kord lezyonları, malignite potansiyeli olmaksızın anormal doku oluşumlarıdır. Vokal kord paralizisi ise nefes alıp verme esnasında ayrık duran ve fonasyon sırasında orta hatta birbirleriyle temas halinde olan vokal kordların bir lezyon olmaksızın hareket etmeden bir konumda sabit kalmasıdır. Ses kısıklığı şikayeti ile başvuran hastaların yarısından fazlasında benign vokal kord lezyonları veya vokal kord paralizileri bulunur. Daha nadiren ise malign lezyonlar saptanır. Etiyolojide en sık sebep vokal hiperfonksiyondur. Vokal kord lezyonları, ses üretiminde bozulmaya yol açan ve konuşma kalitesini etkileyen yaygın patolojik durumlardır. Nodül, polip, kist, Reinke ödemi ve kontakt ülser gibi lezyonlar; farklı etiyojilere, semptomlara ve tedavi yaklaşımlarına sahiptir. Vokal kord paralizileri ise, genellikle tiroid cerrahisi sırasında oluşan iatrojenik hasarlanma, akciğer/mediastinal tümör ve lenfadenopati, aort anevrizması, mitral stenoza sekonder sol atrium büyümesi, beyin kitleleri ve daha nadir nedenlerden gelişebilir (Naunheim, & Carroll, 2017). Klinik pratikte bu

patolojilere sahip hastaların değerlendirilmesi sıklıkla subjektif değerlendirmelere ya da sınırlı objektif ölçütlere dayanır. Bu durum, sahada hastalıkların tanımlanması ve uygun tedavi stratejilerinin belirlenmesinde kısıtlamalara neden olabilmektedir.

Bu tez çalışmasında, Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Anabilim Dalı Ses Hastalıkları Polikliniği'ne ses bozukluğu nedeniyle başvuran ve dosya arşivlerinde ses poliklinik muayeneleri ve KBB poliklinik muayeneleri tam olarak not edilmiş hastalar çalışmaya alındı. Çalışma kriterlerine uyan tek taraflı vokal kord nodülü, polibi, kisti ve tek taraflı vokal kord paralizisi olan hastalar çalışmaya dahil edildi. Hastalara ait demografik veriler, komorbid hastalık varlığı, sigara-alkol kullanımı, çoklu ilaç kullanımı, vücut kitle indeksi, günlük konuşma alışkanlığı, günlük su tüketimi, sık boğaz temizleme alışkanlığı, diyet alışkanlığı, fizik muayene bulguları, videolaringostroboskopi (VLS) bulguları, akustik ses analizi (ASA) bulguları, Ses Engellik (Handikap) Endeksi (SEİ), Ses ile İlişkili Yaşam Kalitesi Ölçeği (S-İYKA) ve Reflü Semptom Endeksi (RSİ) skorları not edildi. Tek taraflı vokal kord nodülleri, polipleri, kistleri ve paralizileri grup faktörü seçilerek, değişkenler ile ilişkiler non-metrik (metrik olmayan) ÇBÖ yöntemi ile değerlendirildi.

Bu çalışmasının amacı; tek taraflı benign vokal kord patolojilerinin (nodül, polip, kist) ve vokal kord paralizilerinin demografik, alışkanlık, akustik ses özelliklerini ve yaşam kalitesine etkilerini ÇBÖ yöntemi ile değerlendirmektir. Non-metrik ÇBÖ yönteminin bu çalışmada, heterojen değişkenlerden oluşan bir veri setini anlamlı yapısal örüntülere dönüştürme açısından başarılı bir çok değişkenli analiz yöntemi olacağı düşünöldü.

Çalışma sonucunda, tek taraflı vokal kord lezyonları ve vokal kord paralizisi olan hastalarda, ÇBÖ yöntemi kullanılarak, lezyonlar arasında demografik, alışkanlık özellikleri, akustik ses özelliklerinin ve yaşam kalitesi skorlarının, benzerlik ve farklılık ilişkilerinin yapısal bir haritası çıkarılmış olacaktır. Bu sayede, farklı ve aynı cinsiyetteki bireylerin farklı lezyon türleri arasındaki ilişkiler daha nesnel biçimde görselleştirilebilecektir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Çok Boyutlu Ölçekleme Yöntemi

Çok boyutlu ölçekleme (ÇBÖ), genellikle boyutları azaltmak ve bireyleri veya değişkenleri farklılıklarına göre sınıflandırmak için kullanılan ve çok değişkenli verilerin yapısını düşük boyutlu bir uzayda temsil ederek anlamayı amaçlayan istatistiksel bir yöntemdir. ÇBÖ'nün ilk temelleri Princeton Üniversitesi'nde psikometrik bir çalışma için atılmış ve Torgerson (1952) tarafından ilk defa ÇBÖ analizinin uygulanabilir olduğu gösterilmiştir (Torgerson, 1952; Davison, 1983). Bir diğer önemli gelişme ise Shepard'ın (1962) Bell'in Telefon Laboratuvarı'nda ÇBÖ'nin non-metrik yaklaşımını bulması olmuştur. Shepard'ın arkadaşı Kruskal daha sonra (1964) bu yaklaşıma yenilikler getirmiştir (Kruskal, 1964). Bu yaklaşım 'Shepard-Kruskal' yöntemi olarak da bilinmektedir.

Bu yöntem ilk olarak psikoloji ve algı ölçümleri alanında geliştirilmiş olsa da günümüzde sağlık, pazarlama, sosyoloji, eğitim, arkeoloji ve mühendislik gibi birçok alanda yaygın şekilde kullanılmaktadır. Özellikle verilerde teorik modelin tanımlı olmadığı, yani keşifsel analiz yapılmak istendiği durumlarda tercih edilebilir.

Çok boyutlu ölçekleme analizi katı istatistiksel varsayımlara ihtiyaç duymaz. Seçilen yöntemle göre (metrik, non-metrik) geçerli ve anlamlı sonuçlar üretebilmesi için bazı ön koşullar söz konusudur. Gözlem değerleri, bireyler, değişkenler ve hatta olaylar arasındaki farklılıkları ve benzerlikleri göz önünde bulundurarak elde edilen grafiksel bir gösterimle verilerin yapısını daha anlaşılır ve kolay yorumlanabilir hale getirmeyi amaçlar (Jaworska, & Anastasova, 2009).

Kabaca iki tipi vardır; metrik ÇBÖ ve non-metrik ÇBÖ.

- Metrik Çok Boyutlu Ölçekleme (Metrik ÇBÖ): Orijinal uzaklık verileri gerçek metrik ölçülerle verilmiştir. Sürekli veya aralık ölçekli verilerle doğrusal ilişki gösteren uzaklık değerleri kullanılır.
- Non-metrik Çok Boyutlu Ölçekleme (Non-metrik ÇBÖ): Uzaklık verileri sıralıdır (ordinal). Sıralı-karma veriler arasındaki benzerlik veya benzemezlik durumu sıralı ilişkilere (monotonik olarak korunan rank order) dayanır.

Öklid uzaklığı gibi metrik uzaklıklar kullanılıyorsa, uzaklıklar doğrusal ilişkileri yansıtıyorsa, sıra değeri değil de gerçek uzaklıklar kullanılacaksa, uzaklık matrisi Öklid veya benzer bir matris ise metrik ÇBÖ tercih edilebilir (Jaworska, &

Anastasova, 2009; Kruskal, & Wish, 1978). Eğer doğrusallık göstermeyen, kategorik veri içeren bir data kullanılıyorsa, gerçek uzaklık/ölçüm değerleri yerine ranklara göre benzemezlik sırası oluşturulacaksa, uzaklık matrisi klid benzeri olmayan diğer matrislerden ise (Bray-Curtis, Gower, Jaccard, vb) non-metrik B tercih edilebilir (Gower, 1966; Kruskal, & Wish, 1978).

Uygulamada, varsayımların çok daha esnek olması ve daha az boyutlu sonuçlar elde edilebilmesi nedeniyle non-metrik B büyük ölçüde tercih edilir. Non-metrik B analizi, değerkenler arasındaki doğrusal olmayan ilişkilerin modellenenebilmesi ve nominal veya ordinal değerkenlerin değerlendirilebilmesi nedeniyle pazar ve kamu araştırmaları, sosyoloji, psikoloji, tıp, hukuk, iletişim ve biyoloji gibi pratik alanlarda geniş bir kullanım alanı bulmuştur (zdamar, 2004).

2.2. Çok Boyutlu leklemenin Temel Bileşenler Analizi ile Benzerlik ve Farklılıkları

Temel bileşenler analizi (TBA), çok değerkenli istatistiksel yöntemlerin en bilinen ve kullanılan analizlerindedir. Çok değerkenli istatistiksel yöntemde n adet bireye ilişkin p adet değerken incelenmekte olup değerkenlerin birbirleri arasında ilişkilere yönelik değerlendirmeler yapılmaktadır. Değerken sayısının fazla olması durumunda TBA ile boyut indirgeyerek daha az sayıda değerkenler ile analiz yapmak mümkündür (Hair, Black, Babin, & Anderson, 2019).

Temel Bileşenler Analizi (Principal Component Analysis) ve B (Multi-Dimensional Scaling) yüksek boyutlu veriyi daha az boyutta temsil etmeye çalışan uyum analizleri gibi çalışan yöntemlerdir. Çok boyutlu ölçeklemenin temel amacı, orijinal gözlemler arasındaki mesafeleri, düşük boyutlu bir düzlemde (oğunlukla 2B veya 3B) temsil edecek şekilde konumlandırmaktır. Temel bileşenler analizi ise, çok değerkenli analizlerin temelini oluşturan, değerkenler arasındaki bağımlılık yapısını ortadan kaldırarak değerkenleri bağımsız hale getirmeyi sağlayan ve yine boyut indirgeme yapan çok değerkenli bir istatistiksel yöntemdir. İki de veriler arasındaki benzerlikleri veya farklılıkları koruyarak görselleştirmeyi amaçlar (Borg, & Groenen, 2005). Bu bağlamda, benzer veri içeren örnek tiplerinin birbirine yakın, farklı olanların ise uzak konumlanması beklenir.

Temel Bileşenler Analizi ÇBÖ arasında bazı önemli farklar vardır (Borg, & Groenen, 2005; Cox, & Cox, 2001; Legendre, & Legendre, 2012):

- 1- Girdi türü açısından, TBA doğrudan değişkenlerin ölçüm değerleriyle çalışır. Yani elimizde örneğin bireylere ait sıcaklık, ağırlık, boy gibi ölçüm verileri varsa, TBA bu değerleri kullanır. Buna karşılık, ÇBÖ doğrudan iki birim (örneğin iki birey veya iki örnek) arasındaki mesafeleri (benzerlik veya farklılık ölçümlerini) kullanır. Yani ÇBÖ'nün girdisi bir mesafe/uzaklık yani benzerlik veya benzemezlik matrisi olur.
- 2- Amaç açısından, TBA verinin toplam varyansını en iyi açıklayan eksenleri bulmaya çalışır. Yani verideki değişkenliği en yüksek olan yönleri keşfeder. ÇBÖ ise veriler arasındaki mesafeleri (ya da sıralı ilişkileri) çok boyutlu uzayda mümkün olduğunca doğru şekilde temsil etmeyi amaçlar. Burada odak noktası varyans değil, mesafelerin korunmasıdır.
- 3- Temel matematiksel yöntem açısından, TBA, kovaryans matrisinin (veya bazen korelasyon matrisinin) özdeğer ayrıştırmasını kullanır. Yani değişkenler arası ilişkileri çözümlenerek yeni bileşenler oluşturur. ÇBÖ ise doğrudan mesafe matrisinin özdeğer ayrıştırması (Torgerson yöntemi) ile çalışır. Özdeğerler boyutların açıklayıcılığını gösterir ama non-metrik ÇBÖ'de sınırlı önem taşır.
- 4- Varsayımlar bakımından, TBA veriler arasındaki ilişkilerin doğrusal (lineer) olmasını varsayar. Değişkenler arasında doğrusal ilişkiler olduğunda TBA en iyi sonuçları verir. ÇBÖ ise doğrusal ilişki varsayımı yapmaz; sadece mesafelerin (veya sıralamaların) korunmasını ister.

Başka bir deyişle, TBA, veri setinin varyans-kovaryans yapısını koruyan, başlangıç değişken kümesindeki bilgilerin çoğunu temsil eden, birbirleri ile ilişkisiz ve birbirlerinin doğrusal birleşimlerinden oluşan az sayıda bileşenlere indirgeme amaçlı istatistik bir yöntemdir. Veri seti doğrusal, ortogonal ve ilişkisiz yeni k ($k < p$) sayıda yeni değişken ile tanımlanabilmektedir. TBA'da verilerin orijinal değerleri veya standartlaştırılmış değerleri kullanılarak yapılabilmekte ancak değişkenlerin ölçü tiplerinin farklı olduğu durumlarda standartlaştırılmış değerlerin kullanılması gerekmektedir (Saci, & Holden, 2008).

Ölçüm sayısı n ve değişken sayısı p olmak üzere, TBA, $n \times p$ boyutlu varyans-kovaryans matrisi ile, bir dizi değişkenin birbirleri ile ilişkisiz az sayıda lineer

kombinasyonlarını oluşturarak açıklamaktadır. Toplam varyansın çoğunluğunun p 'den daha az boyuta sahip bir k ($k \leq p$) bileşen ile açıklanabildiği durumlarda, k bileşeni orijinal p değişkeni ifade eder. Bu durumda $n \times p$ boyutlu varyans-kovaryans matrisi ciddi bir bilgi kaybı olmadan $n \times k$ boyutuna indirgenir. Yani, k tane yeni değişken, orijinal p tane değişkenden oluşturulmuş çeşitli doğrusal birleşimlerdir (Auer, & Gervini, 2008; Şimşek, 2006). Analizde eğer gerçek veriler kullanılıyor ise, varyans-kovaryans matrisinden; standartlaştırılmış veri kullanılıyor ise korelasyon matrisinden yararlanılır ve eğer ölçü birimleri aynı ise varyans-kovaryans matrisinden, değilse korelasyon matrisi kullanılması önerilir (Şimşek, 2006).

Özetle: TBA, doğrudan ölçüm verileriyle çalışır, varyansı en iyi açıklayan yeni eksenler üretir ve lineer ilişki varsayar. ÇBÖ ise mesafe verisiyle çalışır, mesafeleri korumaya çalışır ve ilişki türü konusunda daha esnektir. TBA ile klasik metrik ÇBÖ arasında matematiksel bir yakınlık vardır; özellikle veriler Öklid mesafelerle işleniyorsa neredeyse benzer bulgular verirler (Auer, & Gervini, 2008; Borg, & Groenen, 2005; Cox, & Cox, 2001; Legendre, & Legendre, 2012; Saci, & Holden, 2008; Şimşek, 2006).

2.3. Çok Boyutlu Ölçeklemenin Genel Özellikleri

ÇBÖ analizinde her boyut (dimension) için bir özdeğer hesaplanır. Bu değerler, o boyutun verinin genel varyansını (dağılımını) ne kadar açıkladığını gösterir. Yüksek özdeğer, ilgili boyutun verinin yapılandırılmasında önemli olduğunu gösterir. Genellikle ilk iki boyut en yüksek özdeğerlere sahip olur ve bu yüzden 2D grafikler üzerinden görselleştirme yapılır. Eğer üçüncü boyutun özdeğeri de kayda değer büyüklükteyse, 3B grafiklerle daha derin analiz yapılabilir (Borg, & Groenen, 2005; Cox, & Cox, 2001; Legendre, & Legendre, 2012).

Veri girdisi olarak, genellikle uzaklık ya da benzerlik matrisine ihtiyaç duyar. Analizin çıktısı, bir gözlemi temsil eden koordinatlar ve bu koordinatları içeren düşük boyutlu bir uzaydır (genellikle 2B veya 3B). Analizden bir stres değeri elde edilir ve modelin ne kadar iyi olduğunu ölçmek için kullanılan kriterdir. Küçük stres değeri iyi uyum demektir.

Çok boyutlu ölçeklemenin aslında üç tipi vardır; metrik ÇBÖ, non-metrik ÇBÖ ve hem metrik hem non-metrik ÇBÖ. Ancak genelde ya metrik ya da non-metrik ÇBÖ

tercih edilir. Özetle; nicel uzaklık verilerinin metrik ÇBÖ analizi ile değerlendirilmesi, nitel verilerin ise non-metrik ÇBÖ analizi ile değerlendirilmesi önerilir. Non-metrik yöntemin varsayımları az olduğundan daha çok tercih edilmekte ve daha az boyutta çözümler elde edilebilmektedir (Şimşek, 2006). Non-metrik ÇBÖ'de özdeğerlerden çok sıralı uzaklıkların korunması ve stres değeri daha önemlidir; çünkü non-metrik ÇBÖ mutlak uzaklık değil, sıralı benzerlik yapısı üzerine çalışır ve benzerliklerin yalnızca sıralamasına bakar (Borg, & Groenen, 2005). Metrik ÇBÖ uzaklık fonksiyonunun dönüşümünün yetersiz gelmesi nedeniyle çok kullanılmamaktadır. Veri setinde eksik gözlem veya karışık ölçek tipi olduğunda non-metrik ölçekleme yöntemleri kullanılmaktadır (Tatlıdil, 2002).

ÇBÖ analizinde korelasyon katsayısının karesi (R^2) de kullanılmakta olup tercih edilen bir diğer uyum ölçütüdür. $R^2 > 0,60$ olduğu durumlarda gösterim uzaklıklarının orijinal uzaklıklara uyumlu ve ÇBÖ modeli uygulanabilmektedir (Sığırlı, Ediz, Cangür, Ercan, & Kan, 2006; Tatlıdil, 2002).

ÇBÖ yöntemini kullanırken karşılaşılan problemlerden biri boyut sayısına nasıl karar verileceği olup bu sayede koordinat eksenlerinin sayısı da belirlenmektedir. Bu sayı belirlenirken, doğru boyut sayısından daha çok uygun boyut sayısının belirlenmesine dikkat edilmeli çünkü elde edilecek grafiksel gösterimin yorumlanabilir ve anlaşılabilir olması beklenmektedir. Bu sebeple ÇBÖ yönteminde daha çok iki ya da üç boyutlu gösterimler tercih edilir. Alınacak boyut sayısının yeterli olup olmadığının tespitinde, stres değeri kullanılır ve artan stres değeri uyumsuzluğun fazla olduğunu, azalan stres değeri ise uyumsuzluğun az olduğunu belirtir. Yöntemde boyut sayısı her artırıldığında stres ölçüsünde küçük bir azalma olacaktır, ancak boyut sayısı ve stres değeri en küçük olan çözüm seçilmelidir (İhtiyaroğlu, 2012).

2.4. Çok Boyutlu Ölçeklemede Ölçek Tipleri

Çok boyutlu ölçekleme' de veri seti orijinal değişkenlerin yerine uzaklık değerleri alındığından ölçek tipi kısıtlayıcı değildir. Doğru uzaklık ölçütünün belirlenmesi yeterli olmaktadır. Veriler toplanırken değişkenler için hangi ölçek tipi ile hangi veri türünün kullanıldığının bilinmesi gerekmektedir. Bu durum analiz için hangi metodun kullanılacağını belirlemektedir. Genel olarak kullanılan dört çeşit ölçek tipi bulunmaktadır (Velleman & Wilkinson 1993).

2.4.1. Nominal ölçek

Nominal ölçek, kullanılan değerler, sadece bireyleri veya olayları tanımlar. Bu ölçek tipinde, değişkenin yalnızca kategorik sınıflandırmasını sağlar; değerler arasında herhangi bir büyüklük, sıralama veya matematiksel ilişki yoktur.

2.4.2. Ordinal ölçek

Ordinal (Sıralı) ölçek, nominal ölçekten daha güçlü ancak nominal ölçekte olduğu gibi, değişkenlerin birim değerlerinin sayısal bir anlamı yoktur. Bu ölçek, değişkenlerin belirli bir sıraya göre dizilebildiği ancak aralarındaki farkların sayısal bir anlam taşımadığı ölçek türüdür.

2.4.3. Aralıklı ölçek

Aralıklı ölçek, keyfi başlangıç noktası olan ve değerler arasındaki uzaklıkları eşit olan bu sayede daha fazla istatistiksel analizde kullanılan ölçektir. Bu ölçek, sıralamanın yanı sıra iki değer arasındaki farkların anlamlı olduğu ancak mutlak sıfır noktasının olmadığı ölçek türüdür.

2.4.4. Oransal ölçek

Oransal ölçek, aralıklı ölçeğin tüm özelliklerine ek olarak mutlak sıfır noktası içerir. Bu da ölçümlerin oranlarının anlamlı olduğu anlamına gelir. Ölçüm değeri belirli bir büyüklüğü ya da uzaklığı gösterir.

Analizde kullanılan değişkenler iki sonuçlu, nicel, nominal, ordinal veya başka ölçüm değerlerinde yer alabilir. Bu da ÇBÖ metodu sonucunu değiştireceğinden sonuçlar yanlış durumları gösterecektir. Bu durumu düzeltmek için skor değerlere veya standart değerlere dönüştürülme yapılmalıdır. Skorlama yapılması durumunda skorlamadan kaynaklanan farklılık analiz sonuçlarını etkileyeceğinden, önce standartlaştırma yapılmalıdır. Ölçek tiplerinin farklı olduğu durumlarda da standartlaştırma uygulanmalı yoksa yakınlık ölçüleri anlamlı olmayacaktır. Bu düzenlemelerden sonra ÇBÖ yöntemi uygulanmalıdır (Davison, 1983).

2.5. ÇBÖ Analizi İçin Benzerlik/Uzaklık Ölçüleri

ÇBÖ yöntemi nesnelere arasındaki uzaklık/yakınlık matrisini kullanarak bunlar arasındaki ilişkinin yapısını görsel olarak ifade etmek için geliştirilmiş bir analizdir (Tatlıdil, 2002). Bu gösterimlerden nesnelere arasındaki uzaklıklar bulunurken uzaklık fonksiyonundan yararlanılmaktadır. ÇBÖ’de esas unsur uzaklık ölçüsü olup her uzaklık ölçüsü aynı zamanda bir metriktir.

2.5.1. Öklid uzaklığı

Öklid uzaklığı en bilinen ve tercih edilen ölçü tipi olup geometrik olarak iki nokta arasındaki en yakın uzaklıktır. Matristeki elemanların birbirlerine göre uzaklıklarının hesaplanması için (n ölçülen nesne, m ölçülen nesne sayısı, k ve l de nesnelere belirtir.)

$$d_{kl} = \sqrt{(x_{k1} - x_{l1})^2 + (x_{k2} - x_{l2})^2} \quad (2.1)$$

veya,

$$d_{kl} = \sqrt{\sum_{j=1}^m (x_{kj} - x_{lj})^2} \quad (2.2)$$

eşitlikleri kullanılır. İkinci eşitlik 3’ten fazla boyut içinde hesaplanabilmektedir (Hastie, Tibshirani & Friedman, 2009).

2.5.2. Ağırlıklandırılmış öklid uzaklığı

Değişkenlere belirli bir katsayı verilerek Öklid uzayında ağırlıklandırma yapılır. Bu durumda, w_j değişkenin ağırlığı olmak üzere;

$$d_{kl} = \sqrt{\sum_{j=1}^m w_j (x_{kj} - x_{lj})^2} \quad (2.3)$$

eşitliği ile hesaplama yapılır.

Değişkenlerin etkisini eşitlemek veya bazılarını baskılamak istendiğinde kullanılır. Özellikle değişken öneminin ön planda olduğu, ölçek farklılıklarının düzeltildiği ve korelasyon yapılarına duyarlı analizlerde tercih edilir (Hastie, ve ark., 2009).

2.5.3. Gower uzaklığı

Her bir değişken için benzerlik değerinin bulunarak ortalamasının alınmasıyla hesaplanır. Veri setinde hem kategorik hem de sürekli değişkenler varsa tercih edilir.

$$S_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^p S_{ijk}}{\sum_{k=1}^p W_{ijk}} \quad (2.4)$$

İki gözlem (i ve j) arasındaki k. sürekli değişken için;

$$S_{ijk} = 1 - \frac{|x_{ik} - x_{jk}|}{R_k} \quad (2.5)$$

eşitliği ile hesaplanırken, kategorik değişkenler için;

$$s_{(ij)^{(k)}} = 1, \text{ eğer } x_{ik} = x_{jk} \text{ ise } 0, \text{ eğer } x_{ik} \neq x_{jk} \text{ ise} \quad (2.6)$$

gibidir. Yani, aynı kategoriye sahip gözlemler arasında tam benzerlik ($s = 1$), farklı kategoriye sahip olanlar arasında ise benzerlik yokluğu ($s = 0$) kabul edilir (Gower, 1971).

İkili değer alan değişkenler için ise Tablo 1'deki gibi değer atama yapılır.

Tablo 1. Binary değişken için s_{ijk} ve w_{ijk} için değer atama yöntemi.

i. birim	1	1	0	0
j.birim	1	0	1	0
S_{ijk}	1	0	0	0
W_{ijk}	1	1	1	0

2.5.4. Minkowsky uzaklığı

İki gözlem vektörü arasındaki uzaklık olup, p parametresiyle esneklik gerektiren durumlarda, veri setinde yüksek boyutluluk ve farklı dağılım yapıları varsa tercih edilebilir. İki nokta $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ ve $y = (y_1, y_2, \dots, y_n)$ arasındaki Minkowski uzaklığı, aşağıdaki formülle tanımlanır (Colakoglu, 2020):

$$D(x, y) = \left(\sum_{i=1}^n |x_i - y_i|^p \right)^{\frac{1}{p}} \quad (2.7)$$

Burada:

$p \geq 1$ bir parametredir ve uzaklık ölçüsünün türünü belirler.

n , boyut sayısını ifade eder.

x_i ve y_i sırasıyla x ve y noktalarının i . bileşenleridir.

2.5.5. City-blok (Manhattan) uzaklığı

İki boyutlu uzayda dik üçgende dik kenarların toplamını ifade eder. Her bir değişkendeki farkların mutlak değerlerinin toplamı olarak hesaplanır ve özellikle verinin doğrusal eksenler boyunca değiştiği durumlarda kullanılır. İki nokta $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ ve $y = (y_1, y_2, \dots, y_n)$ için Manhattan uzaklığı şu şekilde tanımlanır (Deza & Deza 2016):

$$D(x, y) = \sum_{i=1}^n |x_i - y_i| \quad (2.8)$$

Burada:

x_i : İlk noktanın i . bileşeni

y_i : İkinci noktanın i . bileşeni

n : Boyut sayısı

2.5.6. Bray-Curtis uzaklığı

İki örnek birimi (birey, gözlem, tür vb.) arasındaki sayısal farklılığı değil, bağlı kompozisyon farkını ölçer. Oran-temelli, bağıl sıklığa dayalı veya sayım verilerinin kullanıldığı durumlarda veriler için tercih edilir.

İki örnek $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ ve $y = (y_1, y_2, \dots, y_n)$ için Bray-Curtis uzaklığı şu şekilde tanımlanır (Bray & Curtis 1957):

$$D_{BC}(x, y) = \frac{\sum_{i=1}^n |x_i - y_i|}{\sum_{i=1}^n |x_i + y_i|} \quad (2.9)$$

Alternatif olarak şu şekilde de tanımlanabilir:

$$D_{BC} = 1 - \frac{2C_{ij}}{S_i + S_j} \quad (2.10)$$

Burada:

x_i : İlk noktanın i. bileşeni

y_i : İkinci noktanın i. bileşeni

n : Boyut sayısı

C_{ij} : Ortak türlerin minimum değerlerinin toplamı

S_i, S_j : Sırasıyla x ve y örneklerinin toplam bolluğu

D_{BC} : Bray-Curtis uzaklığı (0 ile 1 arasında değer alır)

2.5.7. Chebychef uzaklığı

İki nokta arasındaki tüm bileşenlerin farklarının mutlak değerlerinden en büyüğüdür. Özellikle kararın tek bir büyük farklılığa bağlı olduğu durumlarda, maksimum farkın belirleyici olduğu analizlerde ve izgara tabanlı geometrilere tercih edilir. İki nokta $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ ve $y = (y_1, y_2, \dots, y_n)$ için Chebyshev uzaklığı şöyle tanımlanır (Deza & Deza 2016):

$$D_{Chebyshev}(x, y) = \max_i |x_i - y_i| \quad (2.11)$$

Burada:

x_i, y_i : İki noktanın i . Boyuttaki değerleri

n : Boyut sayısı

2.5.8. Mahalanobis uzaklığı

Verideki her değişkenin varyansını ve değişkenler arası kovaryansı dikkate alır. Korelasyonlu, çok boyutlu ve farklı ölçekteki değişkenleri barındıran veri setlerinde; özellikle sınıflandırma, kümeleme ve aykırı değer analizi gibi uygulamalarda tercih edilir (Mahalanobis, 1936).

$$D_M(x) = \sqrt{(x - \mu)^T \Sigma^{-1} (x - \mu)} \quad (2.12)$$

Burada:

x : Gözlemlenen veri noktası (n boyutlu vektör)

μ : Ortama vektör (her değişkenin ortalaması)

Σ^{-1} : Kovaryans matrisinin tersi

$(.)^T$: Transpoz (satır vektör \leftrightarrow sütun vektör dönüşümü)

2.6. Çok Boyutlu Ölçeklemede Temel Kavramlar ve Yöntem

ÇBÖ analizinde kullanılan temel kavramlar; d_{ij} : gözlem birimleri arasındaki gerçek uzaklık, δ_{ij} : algılanan uzaklık (benzerlik ya da benzemezlik) ve χ : koordinat matrisidir, boyut indirgeme sonucu elde edilir. Stresi se orijinal ve tahmin edilen uzaklıklar arasındaki farkı ölçen uyum ölçütüdür.

Çok boyutlu ölçekleme analizinde amaç, orijinal $n \times n$ uzaklık matrisindeki d_{ij} değerlerini en iyi temsil edecek indirgenmiş bir koordinat düzlemi oluşturmaktır. Bu düzlemde elde edilen \hat{d}_{ij} konfigürasyon uzaklıkları, orijinal yapının geometrik olarak ifadesini sağlar (Alpar, 2011).

Çok boyutlu ölçekleme tiplerinin hepsinde (metrik, non-metrik, karma) takip edilen aşamaları şu şekilde özetleyebiliriz.

- 1) Öncelikle uzaklık matrisi oluşturulur. Bu matris köşegen, simetrik, dik matris ve dairesel matris şeklinde olabilir. Bu matris i . satır ve j . sütundaki; i . nesneden j . nesneye olan uzaklıkları gösteren d_{ij} değerlerini içerir.
- 2) Elde edilen matristeki örnekler arasındaki uzaklıklar hesaplanır. Bu aşamada veri yapısına ve ölçek çeşidine göre kullanılacak uzaklıklar yukarıda bahsedilmiştir.
- 3) Bulduğumuz d_{ij} uzaklıkları üzerinde regresyon denklemi oluşturulur.
- 4) En düşük boyutta bir stres değeri bulununcaya kadar boyut indirgeme amaçlı modeller oluşturulur (Kruskal, & Wish, 1978). İyi bir modelleme için, stres değerinin yanısıra analiz çıktısındaki R^2 değeri de boyut sayısını belirlemede kullanılabilir.

2.6.1. Metrik çok boyutlu ölçekleme

Metrik ÇBÖ, nesnelere arasındaki metrik uzaklıkları temel alarak, bu nesnelere daha düşük boyutlu bir uzaydaki temsillerini ortaya koymayı amaçlayan çok değişkenli bir analiz yöntemidir. Bu analiz, özellikle gözlemler arasındaki benzerlik veya benzemezliklerin nicel olarak ölçülebildiği durumlarda tercih edilmektedir. ÇBÖ’de temel amaç, gözlem birimleri arasındaki orijinal uzaklıkları, çok boyutlu bir koordinat sisteminde mümkün olduğunca doğru temsil eden konfigürasyon noktalarını elde etmektir (Alpar, 2011). Metrik ÇBÖ, aralık ve oran verileri (sürekli değişkenler için) kullanan uzaklık değerlerini analiz etmeye dayalı ÇBÖ yöntemidir. Metrik uzaklıklar kullanılıyor ve uzaklıklar doğrusal ilişkileri yansıtıyorsa, sıra değeri değil de gerçek uzaklıklar kullanılacaksa, uzaklık matrisi Öklid veya benzer bir matris ise metrik ÇBÖ tercih edilebilir (Jaworska, & Anastasova, 2009; 6. Kruskal, & Wish, 1978).

Metrik ÇBÖ özellikle uzaklıkların doğrudan ölçülebildiği deneysel veya gözlemsel verilerde güçlü bir yöntem olarak öne çıkar. Bu yönüyle TBA ve Faktör Analizi’ne benzer şekilde, çok sayıda birimin düşük boyutlu bir düzlemde anlamlı biçimde temsil edilmesini sağlar. Ancak TBA değişkenlerin kovaryans yapısına odaklanırken, ÇBÖ nesnelere arası mesafelere dayanmaktadır.

Metrik ÇBÖ süreci, veriler arasında tanımlı uzaklık ölçümlerinin kare matris yapısında düzenlenmesi ile başlar. n gözlem birimi için elde edilen uzaklık matrisi $D = [d_{ij}]$ şeklinde tanımlanır ve bu uzaklıklar genellikle Öklidyen metrikle hesaplanır (Sığırlı ve ark., 2006).

2.6.1.1. A matrisinin oluşması

İlk aşamada, gözlemler arası mesafelerin karesi alınarak δ_{ij} elde edilir. Bu değerler kullanılarak A matrisi şu şekilde tanımlanır (Alpar, 2011):

$$a_{ij} = -\frac{1}{2}\delta_{ij}^2 \quad (2.13)$$

Bu dönüşüm, uzaklık matrisini iç çarpım matrisine dönüştürmeye hazırlık amacı taşır. Negatif katsayı ve $\frac{1}{2}$ çarpanı, sonradan yapılacak işlemler için standartlaştırma amacıyla uygulanır.

2.6.1.2. B matrisinin oluşması

A matrisinden türetilen ve analizde temel rol oynayan B matrisi, aşağıdaki şekilde hesaplanır (Alpar, 2011):

$$B = -\frac{1}{2}\left[I_n - \frac{1}{n}i_n i_n'\right]D^2\left[I_n - \frac{1}{n}i_n i_n'\right] \quad (2.14)$$

Buradaki dönüşüm, gözlem noktalarının orijin etrafında konumlandırılmasını sağlar. Elde edilen B matrisi, pozitif yarı tanımlı bir iç çarpım matrisidir ve özdeğer ayrışımı için uygun yapıyı sağlar. D^2 , D matrisinin elemanlarının karesinin alınması ile elde edilen uzaklıklar matrisidir.

Bazı durumlarda boyut sayısını belirleyebilmek için, n nesne sayısını, r ise boyut sayısını göstermek üzere, aşağıdaki eşitsizliklerden biri kullanılabilir (Kurt, 1992).

$$n - 1 \geq 4r, n(n - 1) \geq 2nr \quad (2.15)$$

Uygun boyut sayısı için TBA'da da yararlanılan ve sadece K matrisinin öz değerlerine dayandırılmış bir ölçütte kullanılabilir.

Bu ölçüt,

$$\frac{\sum_{i=1}^r \lambda_i}{\sum_{i=1}^n |\lambda_i|} \geq \frac{2}{3} \quad (2.16)$$

şeklinde bir eşitsizliktir (Tatlıldil, 2002).

2.6.1.3. Özdeğer ayrışımı ve koordinatların belirlenmesi

B matrisinin özdeğerleri bulunur. Eğer B matrisi pozitif yarı tanımlı q ranklı ise (hatırlanacağı üzere bir matrisin rankı, matrisin determinantı sıfır olmayan yani tekil olmayan en büyük alt matrisinin mertebesidir), B'nin q tane özdeğeri pozitif, n-q tane özdeğeri ise sıfır olacaktır (Alpar, 2011).

$$B = V \Lambda V' \quad (2.17)$$

Burada:

V: B matrisinin özvektörlerinden oluşan matris,

Λ : B matrisinin özdeğerlerinden oluşan diyagonal matristir.

Sonuç olarak, nesnelerin koordinatları şu şekilde hesaplanır (Alpar, 2011):

$$\sqrt{\lambda_i} v_i \quad (2.18)$$

Bu ifade, yalnızca pozitif özdeğerlere karşılık gelen boyutların kullanıldığı r-boyutlu konfigürasyonu verir. X matrisinin her satırı, gözlem birimlerinin yeni uzaydaki konumunu temsil eder.

2.6.1.4. Modelin uyum iyiliği: stres ölçütü

Metrik ÇBÖ uygulamasında n adet nesne için $n(n-1)/2$ çift uzaklık değeri bulunur. Gerçek uzaklıklar, mutlak uzaklıklar olarak alınıp, indirgenmiş boyutta, orijinal uzaklıklarla uyumlu bir geometrik ölçüt elde edilir. Elde edilen koordinatların,

orijinal uzaklık verilerini ne kadar iyi temsil ettiğini değerlendirmek için uyum iyiliği ölçütü olarak stres ölçütü denilen bu geometrik ölçüt kullanılır. Kruskal tarafından önerilen stres ölçütleri, modelin başarısını sayısal olarak değerlendirmeye olanak tanır (Alpar, 2011; Ersöz, 2008; Kruskal, & Wish, 1978).

Kruskal Stress-1 (Alpar, 2011):

$$Stress_1 = \sqrt{\frac{\sum (d_{ij} - \delta_{ij})^2}{\sum d_{ij}^2}} \quad (2.19)$$

Kruskal Stress-2 (Alpar, 2011):

$$Stress_2 = \sqrt{\frac{\sum (d_{ij} - \delta_{ij})^2}{\sum \delta_{ij}^2}} \quad (2.20)$$

d_{ij} : gerçek (gözlenen) uzaklık

δ_{ij} : ÇBÖ düzleminde elde edilen tahmini uzaklık

Stres değerlerinin aralarında $Stress-1 = \sqrt{(Stress-2)}$ şeklinde bir ilişki vardır. Stres değeri sıfıra ne kadar yakınsa, elde edilen yapı orijinal uzaklıkları o kadar iyi temsil etmektedir.

Stres değerinin belirli eşik değerleri doğrultusunda yorumlanması, modelin geçerliliği hakkında önemli bilgiler verir. Bu bağlamda Kruskal tarafından önerilen stres değerleri ve uyum düzeyleri Tablo 2'deki gibidir (Kruskal, 1964):

Tablo 2. Stres tablosu

Stres Değeri	Uyum Düzeyi
0 – 0.025	Mükemmel uyum
0.026 – 0.05	Çok iyi uyum
0.051 – 0.10	İyi uyum
0.11 – 0.20	Orta düzey uyum
> 0.20	Zayıf uyum

2.6.2. Non-metrik çok boyutlu ölçekleme

2.6.2.1. Yöntemin tanımı ve temel yaklaşımı

Non-metrik ÇBÖ, birimler arasındaki ilişkilerin sayısal büyüklüklerinden ziyade sıralamalarına (ordinal verilere) odaklanan çok değişkenli bir veri analiz yöntemidir. Bu yöntemde, birimler arasındaki benzerlik ya da benzemezlik ilişkileri büyüklük sırasına göre değerlendirilir ve bu sıralamanın en iyi temsil edildiği bir uzayda gözlemler konumlandırılır (Davison, 1983).

Non-metrik ÇBÖ, sayısal (sürekli), ordinal (sıralı) ve nominal (kategorik) verileri uzaklık matrisleri aracılığıyla kullanan ve verilerin gerçek uzaklık değerlerini değil sıralamalarını analiz etmeye dayalı ÇBÖ yöntemidir. Eğer doğrusallık göstermeyen sayısal, kategorik veya ordinal bir data kullanılıyorsa, non-metrik ÇBÖ için gerçek uzaklık/ölçüm değerleri yerine ranklara göre benzemezlik sırası oluşturulur, uzaklık matrisi Öklid benzeri olmayan diğer matrislerden (Bray-Curtis, Gower, Jaccard, vb) tercih edilir. Analize alınan veriler ordinal ilişkiler içerse de analizden elde edilen veriler metrik olmaktadır (Gower, 1966; Kruskal, & Wish, 1978).

Bu yöntemde temel amaç, gözlemler arasındaki sıralamaya dayalı farkları bozmadan, bu gözlemleri daha düşük boyutlu bir düzlemde en iyi şekilde temsil eden geometrik bir yapı oluşturmaktır. Metrik ÇBÖ'den farklı olarak burada d_{ij} uzaklıklarının kesin değerlerinden çok, sıralı ilişkisi önem taşır.

Non-metrik ÇBÖ'nün temeli sayılabilecek aşamaları şu şekildedir:

D farklılık matrisinin tüm elemanları sıralanır (köşegendeki elemanlar hariç).

$$d_{i_1j_1} < d_{i_2j_2} < \dots < d_{i_mj_m}; \quad m = \frac{n(n-1)}{2} \quad (2.21)$$

Sıralama yaptıktan sonra konfigürasyon uzaklığı (d_{ij}) ile monotonik ilişki kuracak şekilde d_{ij}^* değerleri belirlenir. Bu ilişki aşağıdaki koşulu sağlamalıdır:

$$d_{ij} < d_{uv} \rightarrow d_{ij}^* \leq d_{uv}^* \quad (\forall i < j, u < v \text{ için}) \quad (2.22)$$

Çok boyutlu (p) uzaydaki orijinal şekille, daha az boyutlu (r) uzaydaki tahmin edilen görsel arasındaki farklılığı ait stres değeri bulunur.

$$S(\hat{X}) = \text{en küçük} \left(\frac{\sum_{i < r} (d_{ir}^* - \hat{d}_{ir})^2}{\sum_{i < r} \hat{d}_{ir}^2} \right)^2 \quad (2.23)$$

Minimum stres değerine sahip olan görsele, en uygun görsel tanımlaması yapılır.

$$S_r = \min S(\hat{X}) \quad (2.24)$$

Son aşamada, uygun boyut sayısının belirlenebilmesi için S_1, S_2, \dots, S_r stres değerleri hesaplanır.

Analitik bir çözüm yapılamadığından iteratif yaklaşımlarla stres değeri minimuma indirgenir (Kurt, 1992). Uygun boyut sayısı için en küçük stres değeri elde edilene kadar hesaplama yapılır (Sığırlı ve ark., 2006).

2.6.2.2. ÇBÖ yönteminde teorik temel kavramlar

Non-metrik ÇBÖ, tahmini konfigürasyon uzaklıkları ile sıralama verisi arasında monotonik bir ilişki kurmayı hedefler. Bu analizde kullanılan temel kavramlardan bazıları şunlardır (Kruskal, 1964; Cox, & Cox, 2001):

d_{ij} : Konfigürasyon uzaklığı (hesaplanan uzaklık)

δ_{ij} : Gözlenen benzemezlik (ordinal veri)

\hat{d}_{ij} : Tahmini/geometrik uzaklık

$f(\delta_{ij})$: Monotonik dönüşüm fonksiyonu

2.6.2.3. Sahte uzaklıklar (disparities) ve monotonik dönüşüm

Non-metrik ölçeklemede hesaplanan yeni uzaklıklar (sahte uzaklıklar) ile belirtilen koordinat düzleminde gösterim oluşturulur.

Ordinal verilerden elde edilen benzemezlik ölçütleri δ_{ij} , önce sahte uzaklıklar (disparities) haline getirilir. Bu sahte uzaklıklar, \hat{d}_{ij} ile monotonik olarak artan bir fonksiyon ilişkisi kuracak şekilde dönüştürülür (Kruskal, 1964; Cox, & Cox, 2001):

$$\hat{d}_{ij} = f(\delta_{ij}) \quad (2.25)$$

Sahte uzaklıklar (disparities), monotonik biçimde δ_{ij} değeri ile ilişkilidir. Bu dönüşüm, monoton regresyon adı verilen iteratif bir yöntemle yapılır. Bu yöntemin temel amacı, sıralamaya sadık kalırken \hat{d}_{ij} değerlerinin geometrik yapıya uygun hale getirilmesidir (Johnson, & Wichern, 2007).

2.6.2.4. Shepard-Kruskal algoritması ve adımları

Non-metrik ÇBÖ genellikle Shepard-Kruskal algoritması ile uygulanır. Bu algoritma şu dört temel adımı içerir:

- 1) Başlangıç Konfigürasyonu: Gözlemler rastgele bir düzlemde yerleştirilir. Boyut sayısı (örneğin 2 veya 3) belirlenir.
- 2) Monoton Regresyon: δ_{ij} değerlerinden sahte uzaklıklar $f(\delta_{ij})$ hesaplanır.
- 3) Yeni Uzaklıkların Hesaplanması: Sahte uzaklıklara karşılık gelen konfigürasyonlar oluşturularak \hat{d}_{ij} hesaplanır.
- 4) Değerlendirme: δ_{ij} ile \hat{d}_{ij} arasındaki uyum stress değeri ile ölçülür. Stres yüksekse 2. ve 3. adımlar tekrarlanır.

Bu analiz, yinelemeli yöntem (iterasyon) kullanarak bir çözüm bulmaya çalışır ve orjinal veri sırasının yapılandırılmış konfigürasyonla mümkün olduğunca benzer olmasını amaçlar (Legendre, & Legendre, 2012).

2.6.2.5. Stres değeri ve modelin uyum iyiliği

Tıpkı metrik analizde olduğu gibi, non-metrik analizde de modelin başarı düzeyi stres değeri ile ölçülür. Ancak burada stresin tanımı, sıralama uyumu açısından değerlendirilir. Bu stres değeri, orijinal sıralamaların konfigürasyon sıralamalarıyla olan tutarlılığını ölçer. Kruskal tarafından belirlenen stres yorumları metrik analizle aynıdır (Tablo 2).

2.7. ÇBÖ analizlerde boyut sayısının belirlenmesi

Çok boyutlu ölçekleme analizlerinde, analiz sonucunda elde edilen konfigürasyonun kaç boyutta gösterileceğine karar vermek, çözümün geçerliliği ve yorumlanabilirliği açısından büyük önem taşır. Çünkü daha fazla boyut kullanıldığında verinin yapısı daha doğru temsil edilebilirken, bu durum aynı zamanda yorumlamayı zorlaştırır (Cox, & Cox, 2001).

Stres değerindeki düşüşün yavaşladığı nokta ve özdeğerlerin katkı düzeyi dikkate alınarak uygun boyut sayısı seçilmelidir. Özellikle uygulamalarda genellikle 2 veya 3 boyut tercih edilmekte olup, bu boyut sayısı, hem grafiksel temsil hem de yorumsal anlamda pratiklik sağlar (Alan, 2008).

2.7.1. Stres değeri temelli yaklaşım

ÇBÖ analizlerinde boyut sayısını belirlemenin en yaygın yollarından biri, farklı boyut sayıları için hesaplanan stres değerlerini karşılaştırmaktır. Modelin stres değeri boyut sayısına göre azaldıkça, orijinal uzaklıklarla elde edilen tahmini uzaklıklar arasındaki fark da azalır. Ancak belirli bir noktadan sonra, boyut sayısını artırmak stres değerinde anlamlı bir iyileşme sağlamaz. Bu noktada boyut sayısını sabitlemek gerekir (Cox, & Cox, 2001).

Bu yaklaşımda en sık kullanılan yöntem dirsek yöntemi (elbow method) olarak adlandırılır. Farklı boyutlarda hesaplanan stres değerleri bir grafik üzerinde gösterilir ve grafikte belirgin bir kırılma (yavaşlama noktası) gözlemlendiğinde, bu noktaya kadar olan boyut sayısı tercih edilir (Alpar, 2011).

2.7.2. Özdeğer temelli yaklaşım

Özdeğerlerin büyüklüğü, her boyutun veriyi ne kadar iyi temsil ettiğini gösterir. Pozitif özdeğerlerin sayısı, kullanılabilecek maksimum boyut sayısını belirler. Bu özdeğerlerin büyüklükleri incelenerek, katkısı düşük olan boyutlar analiz dışı bırakılır. Simetrik ve pozitif yarı tanımlı bir matris olan B matrisinin özdeğerleri kullanılarak tercih edilecek boyut sayısı belirlenebilir (Borg, & Groenen, 2005).

2.7.3. Yorumlanabilirlik ve görsel temsil

Boyut sayısının belirlenmesinde yalnızca sayısal ölçütler değil, aynı zamanda yorumlanabilirlik ve grafiksel sunum kolaylığı da dikkate alınmalıdır. İki boyutlu konfigürasyonlar, algısal haritalar gibi grafiksel analizlerde tercih edilir çünkü görselleştirme açısından en uygun boyuttur. Üç boyutlu konfigürasyonlar da analiz yazılımları yardımıyla görselleştirilebilir; ancak daha yüksek boyutlar görsel olarak yorumlanamaz hale gelir (Cox, & Cox, 2001).

2.8. ÇBÖ Analizlerde Stres Grafiği ve Uyum Derecesi

2.8.1. Stres kavramı

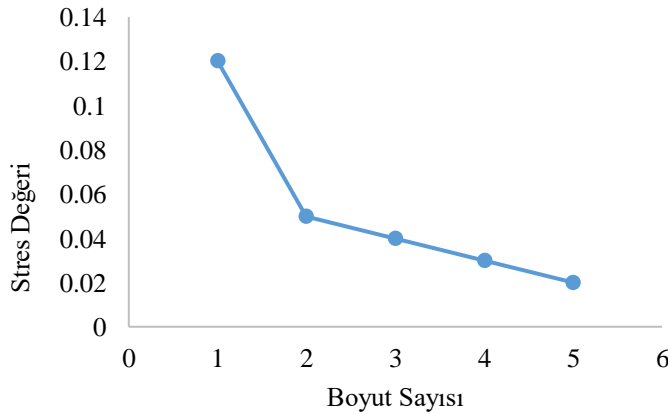
Çok boyutlu ölçekleme analizlerinde elde edilen konfigürasyonun orijinal uzaklık verisini ne ölçüde temsil ettiğini değerlendirmek için kullanılan temel ölçüt stres değeridir. Stres, tahmin edilen uzaklıklar ile gerçek uzaklıklar arasındaki farkların büyüklüğünü temsil eder. Stres değeri arttıkça, elde edilen konfigürasyonun veri yapısını yansıtmaya başarısı azalır (Cox, & Cox, 2001).

Stres değeri, konfigürasyon uzaklıkları ile tahmini uzaklıklar arasındaki uygunluğu belirlemek amacıyla hesaplanan bir istatistik ölçüdür ve minimize edilmek istenen bir değerdir. Stres değerinin yüksek olması orijinal uzaklıklarla konfigürasyon uzaklıkları arasındaki kötü uyumu gösterirken, düşük stress değerleri orijinal uzaklıklarla konfigürasyon uzaklıkları arasındaki iyi uyumu gösterir (Borg, & Groenen, 2005; Cox, & Cox, 2001; Legendre, & Legendre, 2012).

2.8.2. Yamaç grafiği (scree plot)

Stresin farklı boyutlarda nasıl değiştiğini göstermek amacıyla yamaç grafiği (scree plot) kullanılmaktadır. Bu grafik, yatay ekseninde boyut sayısı (örneğin 1'den 5'e kadar), dikey ekseninde ise stres değerini gösterir (Şekil 2.1).

Yamaç grafiği incelendiğinde, genellikle grafik üzerinde ani bir eğim değişimi (dirsek/kırılma noktası) gözlemlenir. Bu noktaya kadar olan boyut sayısı, veri yapısını en iyi şekilde açıklayan konfigürasyonu temsil eder (Borg, & Groenen, 2005). Bu yöntem dirsek yöntemi (elbow method) olarak da bilinir.



Şekil 1. Yamaç grafiği örneği.

Non-metrik ÇBÖ analizinde özdeğer hesaplaması yapılmadığından, yamaç grafiği yöntemi doğrudan uygulanabilir değildir. Scree plot, genellikle temel bileşenler analizi veya klasik metrik ÇBÖ yöntemlerde, özdeğerler üzerinden her eksenin açıklayıcı gücünü görselleştirmek amacıyla kullanılır. Bu grafik ile eksenlerin varyansa katkıları sıralanır ve belirli bir “dirsek” noktasından itibaren modelde tutulacak anlamlı bileşen sayısı belirlenir. Dirseğin en uç noktasına gelen boyut sayısı tercih edilmelidir (İhtiyaroğlu, 2012; Legendre, & Legendre, 2012).

2.8.3. Shepard diyagramı

Non-metrik ÇBÖ modelinin uygunluğu özdeğer açıklamasıyla değil, gerçek benzerlik mesafeleri ile ordinasyon düzlemindeki mesafeler arasındaki uyumsuzluğu ifade eden stres değeri ile değerlendirilir. Bu nedenle non-metrik ÇBÖ analizinde scree plot yerine gözlemler arası uzaklıkların ne kadar korunduğunu değerlendiren Shepard diyagramı ve iki ya da üç boyutlu düzlemdeki örnek yerleşimlerini gösteren ordinasyon grafikleri tercih edilir (Legendre, & Legendre, 2012).

Shepard diyagramı genellikle iki eksenli bir saçılım grafiği şeklindedir. X eksen, orijinal uzaklık değerleridir (d_{ij}), y eksen ise non-metrik ÇBÖ sonucunda elde edilen tahmini uzaklıklardır (δ_{ij}). Grafikteki noktaların diagonale yakın dağılması, modelin orijinal mesafeleri iyi temsil ettiğini, yani uyumun güçlü olduğunu gösterir. Noktalar bu çizgiden ne kadar uzaklaşırsa, çözümün veri yapısını temsil etme gücü de o kadar zayıflar. Shepard diyagramı, scree plot gibi varyansı değil, orijinal uzaklıkların sıralı yapısının ne kadar korunduğunu değerlendirir (Borg, & Groenen, 2005).

2.8.4. Açıklayıcılık derecesinin belirlenmesi: R^2 ölçütü

ÇBÖ analizlerinde modelin orijinal uzaklıkları ne kadar iyi temsil ettiğini değerlendirmek amacıyla, stres değerine ek olarak determinasyon katsayısı olan R^2 istatistiğinden de yararlanılabilir. Bu katsayı, tahmin edilen konfigürasyonun orijinal uzaklıkların varyansını ne ölçüde açıkladığını gösterir. Aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$R^2 = \frac{\sum(\hat{d}_{ij} - \bar{d})^2}{\sum(d_{ij} - \bar{d})^2} \quad (2.26)$$

ÇBÖ analiz çıktısı olan haritalarda nesnelere simgeler olarak gösterilmektedir. Analizde, nesnelere benzerlikleriyle nesnelere arasındaki uzaklıklar karşılaştırılmaktadır. Noktalarla temsil edilen benzer nesnelere birbirine daha yakın, farklı nesnelere ise birbirine daha uzaktır (Borg, & Groenen, 2005; Hair, Black, Babin, & Anderson, 2019).

2.9.2. Yapısal özellikleri

Algısal haritalar, çok değişkenli veri yapılarını iki veya üç boyuta indirger ve bu yapı içerisinde birimlerin karşılıklı konumları belirlenir. Bu konumlar, gözlem birimlerinin benzerliklerine göre hesaplanan koordinat değerleri üzerinden oluşturulur. Bu yapı, özdeğer ayrışımı sonucu elde edilen koordinat matrisinden türetilir. Koordinatlar yorumlandığında, birimler yalnızca birbirleriyle olan konumsal ilişkileriyle değil, aynı zamanda oluşturulan boyutların neyi temsil ettiğine göre değerlendirilir (Borg, & Groenen, 2005; Hair, Black, Babin, & Anderson, 2019).

2.9.3. Boyutların yorumu

Algısal haritalarda her bir eksen (boyut), veri yapısındaki önemli bir algısal faktörü temsil eder. Ancak bu boyutlar, doğrudan değişkenlere karşılık gelmeyebilir. Bu nedenle yorumlama aşamasında her boyutun neyi temsil ettiği, örneklemin içeriğine ve konfigürasyon yapısına göre tanımlanır (Borg, & Groenen, 2005).

Boyutların isimlendirilmesi ve yorumu, istatistiksel analizle elde edilen yapısal verilerin anlam kazanmasını sağlar. Bu yorum, analiz edilen nesnelere doğasına göre araştırmacı tarafından yapılır (Borg, & Groenen, 2005; Hair, Black, Babin, & Anderson, 2019).

2.9.4. Yorumsal anlam ve karar desteği

Algısal haritalar, karar vericilere veriyi anlamlı bir biçimde sunmak için kullanılan güçlü araçlardır. Harita üzerinde birimler arası yakınlıkların gözlemlenmesi sayesinde, gruplar, kümeler ya da stratejik pozisyonlamalar yapılabilir. Verinin boyut indirgeme yoluyla özetlenmesi, karmaşık yapılar arasında ilişkilerin sezgisel olarak kavranmasını kolaylaştırır. Böylece araştırmacı, istatistiksel olarak elde edilen çıktıyı kavramsal düzeyde değerlendirebilir (Borg, & Groenen, 2005).

Algısal haritalar, çok boyutlu veri yapısını daha sade ve yorumlanabilir hale getirerek, analiz edilen birimler arası ilişkilerin sezgisel ve kavramsal düzeyde anlaşılmasını sağlar. Boyutlar arası konum, benzerlik ilişkisini; eksenler ise kavramsal farklılıkları temsil eder. Bu nedenle algısal haritalar, sadece istatistiksel bir analiz çıktısı değil, aynı zamanda karar destek aracı olarak da işlev görür (Everitt, & Howell, 2005).

2.10. Sağlık Alanında Çok Boyutlu Ölçekleme Çalışmaları

Çok Boyutlu Ölçekleme psikometri alanından doğan bir istatistiksel tekniktir (Everitt, & Howell, 2005). Kişisel tercihler, tutum, eğilim ve beklentiler gibi davranışsal verilerin analizi için geliştirilmiş çok değişkenli bir istatistiksel analizdir. ÇBÖ analizi; davranışsal verilerin analizinde (tutum, kişisel tercih, beklenti, vb.) kullanılan çok değişkenli istatistiksel analizdir. ÇBÖ, yönteminde kullanılan hesaplama metotları mühendislik bilimlerinin temel konularını oluşturmaktadır. ÇBÖ, yönteminde kullanılan hesaplama metotları mühendislik bilimlerinin temel konularını oluşturmaktadır (İhtiyaroğlu, 2012).

Sağlık alanında sınırlı sayıda çalışmada yöntem olarak tercih edildiği gözlenmiştir. ÇBÖ, sağlık bilimlerinde semptom kümeleri, hasta gruplamaları ya da lezyon tipolojileri gibi karmaşık veri yapılarının incelenmesinde etkili bir araçtır (Borg, & Groenen, 2005). ÇBÖ, özellikle psikiyatri ve psikoloji alanlarında çeşitli klinik durumların gruplandırılmasında kullanılmaktadır. Örneğin; Kempster ve ark. organik ve fonksiyonel ses bozukluklarına sahip iki konuşmacı grubunun ses örneklerini inceledi. Dinleyicilerden, bu ses örneklerini ikili karşılaştırmalar şeklinde benzerlik/benzemezlik açısından değerlendirmeleri istendi. Elde edilen dinleyici yargıları üzerine ÇBÖ yöntemi uygulandı. Bu yöntemle, dinleyicilerin sesleri algılamakta kullandığı temel algısal boyutlar (örneğin pürüzlülük, hava kaçırma, gerginlik) istatistiksel olarak belirlendi. ÇBÖ analizi sayesinde ses örneklerinin algısal haritası çıkarılarak hangi özelliklerin ses bozukluklarının ayırt edilmesinde önemli olduğu ortaya konuldu (Kempster, Kistler, & Hinnelbrand, 1991).

Merritt ve arkadaşları, 30 transgender (1 agender, 15 non-binary, 7 transgender erkek, 7 transgender kadın) ve 30 cisgender (15 erkek, 15 kadın) konuşmacının seslerini içeren bir çalışmada, cisgender dinleyicilerden bu sesleri genel benzerlik ve cinsiyet kimliği algısına göre sınıflandırmayı amaçladı. İlk boyut, temel frekans (F0)

ve birinci formant frekansı (F1) ile ilişkili olarak maskülenlik/feminenlik olarak yorumlanmıştır. İkinci boyut ise, cinsiyet prototipikliği olarak adlandırılmış ve dinleyicilerin sesleri daha tipik veya atipik cinsiyet özelliklerine göre ayırt edilmiştir. Cinsiyet kimliği sınıflandırmaları ise, maskülenlik/feminenlik olarak yorumlanan tek boyutlu bir uzaya indirgenmiştir (Merritt, Bent, Kilgore, & Eads, 2024).

Kulak Burun Boğaz Hastalıkları alanında ÇBÖ analizi ile yapılan çalışmalar kısıtlıdır. Kaneko ve ark., yaşlı bireylerde vokal kord atrofisinin tedavisinde vokal fonksiyon egzersizlerinin (VFE) etkinliği çok boyutlu analizlerle değerlendirildi. GRBAS skalası, akustik parametreler, aerodinamik ölçümler ve VHI-10 kullanılarak yapılan değerlendirmelerde VFE'nin ses kalitesini belirgin şekilde iyileştirdiği, ancak vokal kord eğriliğinde anlamlı değişiklik sağlamadığı bulundu (Kaneko ve ark., 2015). Bir çalışmada, erken evre laringeal karsinom tedavisi sonrası transoral lazer mikrocerrahi ve radyoterapi uygulanan 120 hastada ses kalitesi çok boyutlu olarak incelendi. Radyoterapi grubunda emosyonel VHI alt ölçeği puanlarının daha yüksek olduğu, ancak genel ses bozukluğu şiddeti açısından gruplar arasında anlamlı fark bulunmadığı rapor edildi (Moradi ve ark., 2022).

2.11. Benign Vokal Kord Lezyonları, Paralizileri ve Yaşam Kalitesi Ölçekleri

İnsan sesi, sosyal bağların kurulmasında ve bireysel kimliğin ifade edilmesinde kritik bir rol oynayan, konuşma dilinin temel taşı olan bir iletişim aracıdır. Ses kalitesindeki bozulmalar (disfoni) iletişim etkinliğini ve sosyal ilişkileri zedeleyerek yaşam kalitesini belirgin ölçüde düşürebilir. Kronik ses travması (fonotravma) ve yanlış ses kullanımı, nodül, polip ve kist gibi benign vokal kord lezyonlarının başlıca etiyolojik nedenleridir. Bu lezyonlar vokal kordların normal titreşim ve tam kapanma paternini bozarak kronik ses kısıklığına yol açar; hatta boyutu ileri olanlarda solunum sıkıntısı (stridor) görülebilir ve neticede hastanın sosyal iletişimi ile mesleki performansı olumsuz etkilenir (McGlashen, 2008). Vokal kord paralizileri ise sıklıkla tiroidektomi sırasında, sinir üzerine tiroid veya akciğer kaynaklı tümörlerin basıncı nedeniyle oluşabilir. Altta yatan nedeni belirlemek için görüntüleme yöntemleri kullanılabilir, ancak bazı olgularda neden bulunamaz ve paralizi idiyopatik kabul edilir (Rosenthal, Benninger, & Deeb, 2007).

Ses bozukluğu olan hastaların tanı-tedavi süreçlerini yönetmede; klinik fizik muayene özellikleri, videostroboskopi, aerodinamik ve akustik analiz gibi objektif yöntemler ile yapılan değerlendirmelerin yanı sıra, hastanın kendisi tarafından yapılan sübjektif değerlendirmeler de kullanılmaktadır (Smits, Marres, & de Jong, 2012). Bu amaçla sıklıkla Türkçe güvenilirlik ve geçerlilik çalışmaları mevcut olan VHI (Voice Handicap Index): Ses Engellik İndeksi (SEİ) (Ek-1) (Kılıç ve ark., 2008), V-RQOL (Voice-Related Quality of Life Questionnaire): Ses-İlişkili Yaşam Kalitesi Anketi (S-İYKA) (Ek-2) (Tezcaner, & Aksoy, 2017) ve RSI (Reflux Symptom Index): Reflü Semptom İndeksi (RSİ) (Ek-3) (Akbulut ve ark., 2020) kullanılmaktadır.

SEİ, fiziksel, fonksiyonel ve emosyonel alt boyutlarıyla sesin bireyin yaşam kalitesi üzerindeki etkisini bütüncül olarak ölçmektedir (Jacobson, ve ark., 1997). Behrman ve Sulica (2020), vokal nodülü olan 76 hastada VHI toplam skorlarının anlamlı şekilde arttığını, cerrahi ve ses terapisi sonrası ise belirgin düzelme izlendiğini bildirmiştir. Diğer bir çalışmada, benign vokal patolojilerde VHI skoru ile aerodinamik parametreler arasında anlamlı korelasyon olduğu gösterilmiştir (Thomas ve ark., 2007). VHI tanı anı dışında tedaviye yanıtın izlenmesinde de güçlü bir araçtır.

S-İYKA, sesin bireyin günlük yaşam üzerindeki etkilerini daha özelleşmiş biçimde değerlendirmek amacıyla geliştirilmiştir (Hogikyan, & Sethuraman, 1999). Özellikle fonasyonla ilişkili sosyal ve emosyonel kısıtlılıkları hedef alır. Bir çalışmada vokal polip ve nodül hastalarında V-RQOL skorlarının anlamlı derecede düşük olduğu ve ses terapisi sonrası skorlarda belirgin artış gözlemlendiği bildirilmiştir (Mesallam, Farahat, & Malki, 2019). V-RQOL hem tedavi etkinliği ve klinik takipte hem de risk faktörlerinin yaşam kalitesi üzerindeki etkisini değerlendirmede etkili bir ölçüttür.

Reflü semptomları, özellikle laringofaringeal reflü, benign vokal kord hastalıklarının etiyopatogenezinde önemli bir rol oynayabilmektedir. RSİ, reflü ile ilişkili semptomları sayısallaştırarak tanıya katkı sağlamak ve tedaviye yanıtı izlemek için kullanılmaktadır. Belafsky ve ark. tarafından geliştirilen RSİ, benign vokal kord patolojileri ile ilgili çalışmalarda sıklıkla kullanılmıştır (Belafsky, Postma, & Koufman, 2002). Çok merkezli bir çalışmada, RSİ'nin SEİ ile pozitif korelasyon gösterdiği ve her iki ölçeğin birlikte kullanıldığında ses bozukluklarının etyolojik ayrımında daha yüksek duyarlılığa ulaşıldığı bildirilmiştir (Lee ve ark., 2021).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmamız ulusal, tek merkezli ve açık kontrolsüz retrospektif bir klinik araştırma olarak tasarlanmıştır. Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından 07 Subat 2024 tarihinde, 2024-1/9 protokol numarasıyla onaylanmıştır (Ek-4).

3.1. Çalışma Grubu ve Olgular

Bu çalışma, Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Anabilim Dalı Ses Hastalıkları Polikliniği'ne başvuran ve tek taraflı benign vokal kord patolojisi tanısı almış bireyler arasında yapılmıştır. Retrospektif olarak Mayıs 2019 ile Ocak 2024 tarihleri arasında başvurmuş ve dosya arşivlerinde ses poliklinik muayeneleri ve KBB poliklinik muayeneleri tam olarak not edilmiş olgular incelendi. Olgulara ait demografik veriler, komorbid hastalık varlığı, sigara-alkol kullanımı, çoklu ilaç kullanımı, vücut kitle indeksi (VKİ), günlük konuşma alışkanlığı, günlük su tüketimi, sık boğaz temizleme alışkanlığı, diyet alışkanlığı, yaşam kalitesi anketleri puanları, fizik muayene bulguları, VLS bulguları, reflü bulgu skoru ve klinik tanı bilgileri not edildi. Aşağıda belirtilen dahil edilme ve dışlanma kriterleri sonrasında, klinik tanıları tek taraflı vokal kord nodülü, vokal kord polibi, vokal kord kisti ve vokal kord paralizisi olan toplam 90 olgu çalışmaya dahil edildi.

Gönüllülerin araştırmaya dâhil edilme kriterleri:

- 1) Tek taraflı benign vokal kord patolojisi tanısı almış 18-65 yaş arası olgular.
- 2) Vokal açıdan diğer kulak burun boğaz muayenesi normal olan olgular.

Gönüllülerin araştırmaya dâhil edilmeme kriterleri:

- 1) Yaşları < 18 ve > 65 yaş olan olgular.
- 2) Bilinen konuşma bozukluğu olan olgular (Akıcılık ve artikülasyon bozukluğu gibi).
- 3) Kardiyopulmoner hastalığı olan olgular.
- 4) Çift taraflı vokal kord patolojisi olan olgular.

Hasta dosyalarındaki yaş, cinsiyet, VKİ, çalışma durumu, sigara kullanımı, alkol kullanımı, konuşma alışkanlığı, günlük su tüketimi, boğaz temizleme sıklığı, reflü tipi beslenme durumu, VLS muayenedeki tanısı, maksimum fonasyon süresi, S süresi, Z süresi, S/Z oranı, medyan frekans, temel frekans F0, Jitter lokal, Jitter ddp, Shimmer

lokal, Shimmer dda, ses harmonik oranı (GHO), ses engellik indeksi (SEİ), ses-ilişkili yaşam kalitesi anketi (S-İYKA) ve reflü semptom indeksi (RSİ) olmak üzere toplam 25 değişkene ait veriler olgu kayıt formundan SPSS programına aktarıldı. Bu değişkenler arasından birbirleri arasında yüksek doğrusal ilişki olmayan ve ön analizlerde boyut indirgemeye katkısı olmayan değişkenler tespit edildi ve ÇBÖ analizlerine yaş, cinsiyet, VKİ, çalışma durumu, sigara kullanımı, konuşma alışkanlığı, günlük su tüketimi, videolaringostroboskopik muayenedeki tanısı, maksimum fonasyon süresi, temel frekans F_0 , Jitter lokal, Shimmer lokal, GHO, SEİ, S-İYKA ve RSİ değişkenleri alındı.

Çalışmaya dahil edilen 90 olgunun demografik özellikleri, klinik ve alışkanlık özellikleri, akustik ses analizi ve yaşam kalitesi anketi bulguları 'Bulgular' bölümünde Tablo 4'de verilmiştir.

3.2. Değişkenler

- *Demografik Veriler:* Yaş, cinsiyet, Vücut Kitle İndeksi (VKİ), çalışma durumu.
- *Klinik ve Alışkanlık Özellikleri:* Klinik tanı, sigara kullanımı, konuşma alışkanlığı, günlük su tüketimi.
- *Akustik Ses Analizi Bulguları:* Maksimum fonasyon süresi (MFS), Temel frekans (F_0), Jitter lokal, Shimmer lokal, Gürültü-Harmonik Oranı (GHO).
- *Yaşam Kalitesi Anketleri:* Ses Engellik İndeksi (SEİ), Ses-İlişkili Yaşam Kalitesi Anketi (S-İYKA), Reflü Semptom İndeksi (RSİ) skorları.

3.3. Akustik Ses Analizi Bulguları

Çalışmada yer alan katılımcıların ses üretim özelliklerini objektif olarak değerlendirmek amacıyla akustik ses analizi bulguları not edildi. Akustik değerlendirme kapsamında maksimum fonasyon süresi (MFS), temel frekans (F_0), jitter lokal (frekans perturbasyonu), shimmer lokal (amplitüd perturbasyonu) ve gürültü-harmonik oranı (GHO) gibi parametreler analizlere dahil edildi. Temel frekans, sesin perdesine dair bilgi verirken; jitter ve shimmer, sesin mikrosal düzeydeki istikrarsızlıklarını göstererek glottik kapanma yeterliliği hakkında bilgi sunar. Gürültü-harmonik oranı ise ses sinyali içerisindeki harmonik bileşenlere göre gürültü miktarını ifade ederek ses kalitesini değerlendirmede kullanılır. Tüm kayıtlar

sessiz bir ortamda, yüksek kaliteli bir mikrofon ve standardize edilmiş ses analizi yazılımı kullanılarak alınmıştır. Katılımcılardan rahat bir perde ve şiddette /a/ fonemini mümkün olduğunca uzun süre fonasyona sokmaları istenmiş, ölçümler üç kez tekrarlanarak ortalama değerler alınmıştır (Dejonckere ve ark., 2001; Titze, 2000).

3.4. Yaşam Kalitesi Ölçekleri

3.4.1. Ses engellik indeksi

Hastanın ses kalitesini ve sesinden memnun olup olmadığını öz bildirim yoluyla değerlendirmesi üzere oluşturulan ve hastanın kendisinin doldurduğu bir anket olan Ses Engellik İndeksi (SEİ) bilimsel araştırmalarda yaygın kullanılır. Jacobson ve ark. tarafından önerilen ve 30 maddeden (10 fonksiyonel, 10 fiziksel ve 10 emosyonel) oluşan VHI'nin (VHI-30) (Jacobson ve ark., 1997) uzun ve zaman alıcı olduğu düşüncesiyle, Rosen ve ark. 10 maddelik kısa versiyon VHI'yı (VHI-10) (Rosen, Lee, Osborne, Zullo, & Murry, 2004) geliştirdiler. Hasta her soru için kendi sesini 0 ile 4 arasında puan vererek değerlendirir; 0 (asla), 1 (nadiren), 2 (bazen), 3 (sıklıkla), 4 (her zaman). En son hastanın bugünkü sesini değerlendiren genel bir soru daha vardır (0-3 puan). Bu çalışmada Türkçe valide edilmiş Ses Engellik İndeksi (SEİ-10) (Ek 1) anketi kullanılmıştır (Kılıç ve ark., 2008).

3.4.2. Ses-ilişkili yaşam kalitesi anketi

Ses-İlişkili Yaşam Kalitesi Anketi (S-İYKA), bireylerin ses bozukluklarının günlük yaşamlarındaki etkisini değerlendirmek amacıyla geliştirilmiş, öz bildirime dayalı, geçerli ve güvenilir bir ölçme aracıdır. Bu anket, 1999 yılında Hogikyan ve Sethuraman tarafından geliştirilmiş olup ses bozukluklarının bireysel yaşam kalitesi üzerindeki etkisini iki ana alt boyutta inceler: fiziksel-fonksiyonel (6 madde) ve sosyo-duygusal (4 madde) (Hogikyan, & Sethuraman, 1999). Toplam 10 maddelik bu ölçek, kısa sürede uygulanabilir olması, hasta yükünün az olması ve hem klinik uygulamada hem de araştırmalarda kullanılabilirliği nedeniyle yaygın şekilde tercih edilmektedir. Anket, hastaların ses sorunları nedeniyle yaşadıkları kısıtlılıkları, sosyal ilişkilerinde, duygusal durumlarında ve günlük aktivitelerinde meydana gelen olumsuz etkileri nicel olarak değerlendirmeyi mümkün kılar. Bu çalışmada Türkçe geçerlilik ve güvenilirlik çalışması yapılmış S-İYKA kullanıldı (Tezcaner, & Aksoy, 2017).

3.4.3. Reflü semptom indeksi

Reflü Semptom İndeksi (RSİ), laringofarengal reflü (LFR) semptomlarının hasta tarafından öz bildirim yoluyla değerlendirildiği, geçerli ve güvenilir bir tarama ve takip aracıdır. Bu ölçek, 2002 yılında Belafsky ve ark. tarafından geliştirilmiş olup LFR semptomlarının hasta perspektifinden değerlendirilmesini amaçlar (Belafsky ve ark., 2002). RSI, toplam 9 maddeden oluşur ve her bir madde 0 (hiç yok) ile 5 (çok şiddetli) arasında puanlanarak toplamda 45 puana ulaşılır. Skorun 13'ün üzerinde olması LFR açısından klinik olarak anlamlı kabul edilir. Ölçek; ses kısıklığı, boğaz temizleme ihtiyacı, boğazda takılma hissi, kronik öksürük, yutma güçlüğü, boğaz ağrısı, mide asidi hissi gibi semptomları kapsamaktadır. Bu çalışmada Türkçe geçerlilik ve güvenilirlik çalışması yapılmış RSI anketi kullanıldı (Akbulut ve ark., 2020).

3.5. İstatistiksel Analiz

3.5.1. Analiz yöntemi

Olgulara ait veritabanları SPSS 28 programı (IBM SPSS Statistics for Windows, Version 28.0. Armonk, NY: IBM Corp.) ve PAST programında (PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis, Version 5.1. Oslo, Norway: Natural History Museum, University of Oslo.) oluşturuldu. Değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro-Wilk Testi ile incelendi. Verilerin normal dağılmadığı durumlarda betimleyici istatistik olarak; sürekli veya kesikli sayısal değişkenler için ortanca (minimum - maksimum) ifadeleri kullanılırken, normal dağılım durumunda ortalama \pm standart sapma değerleri hesaplandı. Kategorik değişkenler olgu sayısı (n) ve yüzde (%) şeklinde gösterildi.

Veri setinin karma yapısı ve değişkenler arası ilişkilerin sıralı düzeyde değerlendirilecek olması nedeniyle metrik olmayan çok boyutlu ölçekleme (non-metrik ÇBÖ) yöntemi tercih edildi. Non-metrik ÇBÖ analizi, PAST 5.1 programı kullanılarak gerçekleştirildi. Veri matrisinde sürekli, sıralı ve kategorik değişkenler yer almakta olup, ham veriler herhangi bir standartlaştırma veya dönüştürme işlemine tabi tutulmamıştır. Analizde, verilerin sıralı ilişkilerini koruyarak en düşük stres değerinin elde edildiği üç boyutlu çözümlemenin örnekler arası ilişkileri ne kadar güçlü şekilde temsil ettiği yorumlandı. Saçılım grafiklerinde, gruplar arasında ayrışma olup olmadığı gözlemlendi. Shepard grafiklerinde uyum iyiliği gözlemlendi.

3.5.2. Uzaklık ölçütleri

Veri setindeki gözlemler arasındaki benzerliklerin görselleştirilmesi amacıyla uygulanan non-metrik ÇBÖ modelinde, değişkenlerin sadece sürekli değişkenlerden oluşması halinde, analizde mesafe ölçütü olarak Öklid uzaklığı kullanılmıştır. Öklid uzaklığı, sürekli değişkenler arasındaki geometrik mesafeyi temel alarak gözlemler arasındaki farkları nicel olarak değerlendirme imkânı sunar.

Modeldeki değişkenlerin hem sürekli hem de kategorik yapıda olması halinde ise, uzaklık matrisinin oluşturulmasında Gower benzerlik katsayısı kullanılmıştır. Gower mesafesi, karışık (karma) veri tipleri için en uygun ölçütlerden biridir.

3.5.3. ÇBÖ uygulama adımları

Non-metrik ÇBÖ yöntemi için istatistiksel analizler PAST Version 5.1 yazılımı aracılığıyla gerçekleştirildi. Uygulama adımları aşağıda özetlendi:

- Olgulara ait verisetindeki veriler SPSS ve PAST programlarına aktarıldı.
- PAST programında non-metrik ÇBÖ analizler için klinik tanı gruplarına göre; hem cinsiyet işaretli olarak, hem de cinsiyeti işaretlemeyen analiz içinde bir faktör olarak bırakarak iki ayrı veritabanı dosyaları oluşturuldu.
- Her bir analizden elde edilen çıktıdaki, analiz skorları ve varyanslar, saçılım grafikleri, Shepard diyagramları ve stres değerleri kaydedildi.

3.5.4. ÇBÖ Analizinin yorumlanması

Non-metrik ÇBÖ analizinde özdeğer analizi yapılmadığı için boyutların varyans açıklayıcılığına bakıldı ve stress değeri üzerinden çözümün ne kadar iyi olduğu değerlendirildi. Bu çalışmada analiz çıktıları aşağıdaki şekilde yorumlanmıştır.

3.5.4.1. Koordinatlar ve grafik yorumlama

Non-metrik ÇBÖ analizi uygulanırken, her örnek (olgu) için 3D düzlemde koordinat çiftleri, koordinat (1,2) ve koordinat (2,3) olarak iki seçenekte sunulmuştur. Bu koordinatlar olgular arası göreceli benzerlikleri göstermektedir. Bu çalışmanın bulgularında iki koordinat çiftine ait saçılım grafikleri yorumlanmıştır. Yakın konumlanan örnekler, benzer özelliklere sahip olgulardır. Ayrılmış noktalar, diğerlerinden farklılaşan grupları temsil eder. Eğer gruplar kümelenmiş şekilde

ayrışıyorsa, bu ÇBÖ'nin gruplar arası farklılığı doğru yansıttığını gösterir. Aynı gruptan bireylerin bir arada durması, o lezyon grubunun içsel tutarlılığını gösterir (Cox, & Cox, 2001).

3.5.4.2. Shepard plot yorumu:

Shepard plot, hedef sıralamalar (target rank) ile elde edilen sıralamalar (obtained rank) arasındaki ilişkiyi gösterir. Bu grafik, ÇBÖ çözümünün orijinal uzaklık sıralarını ne kadar doğru yansıttığını ölçmek için kullanılır (Groenen, & Velden, 2004). Noktaların ideal olarak diagonal ($y = x$) çizgisine yakın sıralanması beklenir.

Shepard diyagramı hem doğrusal hem de doğrusal olmayan formlara göre belirlenen yapılandırma uzaklıklarına göre çizilerek verilere hangi model ile daha iyi uyum sağlayan çözüm bulunabileceği belirlenmeye çalışılır (Sığırlı ve ark., 2006).

3.5.4.3. R^2 değerlerinin yorumlanması

Bu değerler, her eksenin veri varyansını açıklama oranını yani ÇBÖ modelinin girdi verilerini hangi derecede temsil ettiğini gösterir. Bir başka deyişle, modelin yüzde kaçının bu analiz verileriyle açıklanabilir olduğunu belirtir. Bu da demek oluyor ki, analiz çıktılarındaki grafiklerin yorumlanabilirliği ve modelin temsil gücü R^2 değerlerine göre değerlendirilebilmektedir (Tablo 3). Arzulanan en düşük oran olarak %60 değerine göre yorumlama yapılabilirken, %20'den düşük değerler için çok zayıf bilgi taşıdığından model yorumlanamaz kabul edilir (Kurt, 1992).

3.5.4.4. Stres değerlerinin (Kruskal's Stress) yorumlanması

Kruskal'ın stres değerlerinin aralıkları ve yorumu Tablo 2'de verilmişti. Bu değerlerin 0.2'nin altında olması, analiz sonucunun yorumlanabilir olduğunu gösterir. Stres değerinin 0,025 ve daha düşük düzeyde olması mükemmel uyumu gösterir (Kurt, 1992). Bu çalışmada, hem 2 boyutlu hem de 3 boyutlu modelleme ile stres değerleri hesaplanmış ve 2 boyutlu düzlemin, orijinal benzerlik yapısını tam olarak temsil edemediği gözlemlendiğinden analizlerde 3 boyutlu düzlem seçilmiştir.

4. BULGULAR

Bursa Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyoistatistik Bilim Dalı'nda yüksek lisans tezi olarak yürütülen bu araştırmaya ait bulgular aşağıda detayları ile belirtildi.

4.1. Tüm Örneklemeye Ait Belirtici İstatistik Bulguları

Çalışmaya dahil edilen 90 hastanın demografik, alışkanlık ve klinik özelliklerine ait bulgular Tablo 4'te verildi.

Tablo 4. Olguların demografik, alışkanlık ve klinik özellikleri

		n = 90
Yaş; Ortalama \pm Ss		43,34 \pm 11,329
Vücut Kitle İndeksi; Ortalama \pm Ss		26,752 \pm 4,9857
Cinsiyet; n (%)		
	Kadın	61 (%67,8)
	Erkek	29 (%32,2)
Çalışma Durumu; n (%)		
	Çalışıyor	28 (%31,1)
	Çalışmıyor	53 (%58,9)
	Emekli	9 (%10)
Sigara Kullanımı; n (%)		
	Kullanıyor	25 (%27,8)
	Kullanmıyor	42 (%46,7)
	Bırakmış	23 (%25,6)
Konuşma Alışkanlığı; n (%)		
	Çok az	13 (%14,4)
	Normal	44 (%48,9)
	Çok fazla	33 (%36,7)
Günlük Su Tüketimi; n (%)		
	1 lt'den az	18 (%20)
	1-2 lt	52 (%57,8)
	2-3 lt	17 (%18,9)
	3 lt'den fazla	3 (%3,3)
Vokal Kord Hastalık Tanısı; n (%)		
	Vokal kord nodülü	28 (%31,1)
	Vokal kord polibi	25 (%27,8)
	Vokal kord kisti	15 (%16,7)
	Vokal kord paralizi	22 (%24,4)

Ss; Standart sapma.

Çalışmaya dahil edilen hastaların %67,8'i (n=61) kadın, %32,2'si (n=29) erkekti ve hastaların yaş ortalaması 43,34 idi. Tek taraflı benign vokal kord patolojileri olan olguların 28'i (%31,1) vokal kord nodülü, 25'i (%27,8) vokal kord polibi, 15'i (%16,7) vokal kord kisti ve 22'si (%24,4) vokal kord paralizisi tanısı almış hastalardı.

Olguların akustik ses analizine ait bulgular Tablo 5'te verildi.

Tablo 5. Olguların akustik ses analizi bulguları

	Medyan (Min – Maks)
Maksimum Fonasyon Süresi	8 (1-25)
Temel Frekans F ₀	206,28 (78,17 – 377,01)
Jitter Lokal	0,51 (0,13 – 9,41)
Shimmer Lokal	5,52 (0,97 – 27,06)
Gürültü - Harmonik Oranı	0,022 (0,001 – 0,738)

Min; Minimum, Maks; Maksimum.

Çalışmaya katılan bireylerin maksimum fonasyon süresinin medyan değeri 8 (1-25) idi. Temel frekans (F₀) medyanı 206,28 Hz olarak bulunmuş, Jitter lokal medyan değeri 0,51, Shimmer lokal medyanı ise 5,52 olarak kaydedilmiştir. Gürültü-harmonik oranı (GHO) için medyan 0,022 idi.

Olguların yaşam kalitesi anketi skorlarına ait bulgular Tablo 6'da verildi.

Tablo 6. Olguların yaşam kalitesi ölçekleri bulguları

	Medyan (Min – Maks)
Ses Engellik İndeksi	21,5 (3 – 44)
Ses-İlişkili Yaşam Kalitesi Anketi	24 (1 – 43)
Reflü Semptom İndeksi	13,5 (0 – 41)

Min; Minimum, Maks; Maksimum.

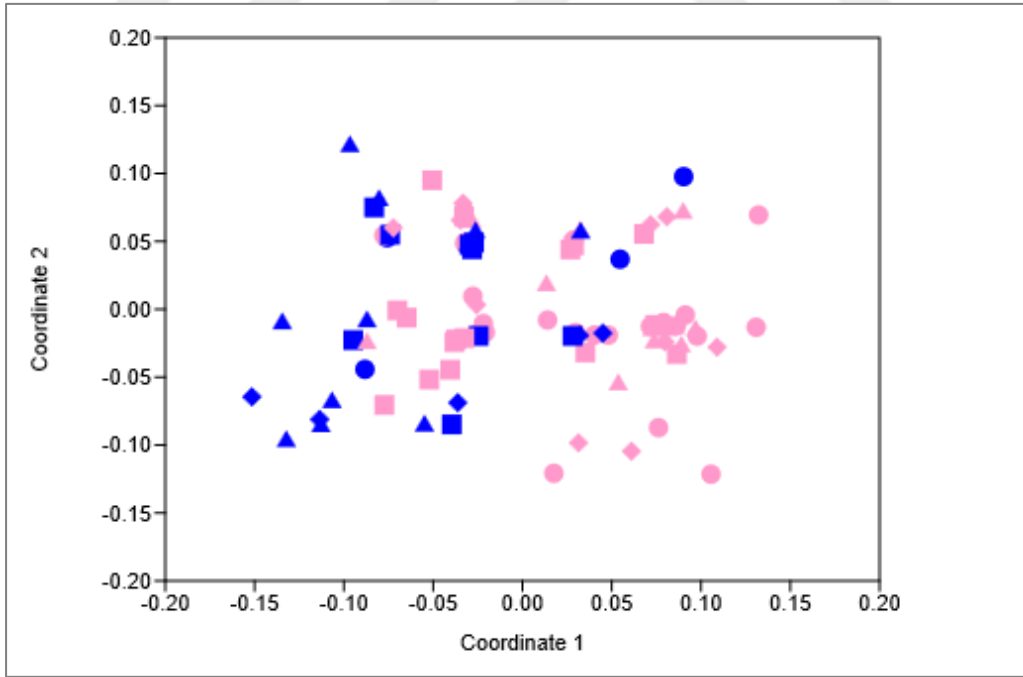
Hastaların ses ile ilişkili yaşam kalitesi değerlendirmesinde kullanılan anket sonuçlarına göre; SEİ medyan değeri 21 (3-44), S-İYKA skorlarının medyanı 24 (1-43) ve RSİ skorları ise medyan 13,5 (0-41) idi.

4.2. Tüm Örneklemeye Ait Klinik Tanı Gruplarının Cinsiyet İşaretli Modellendiği ÇBÖ Analiz Bulguları

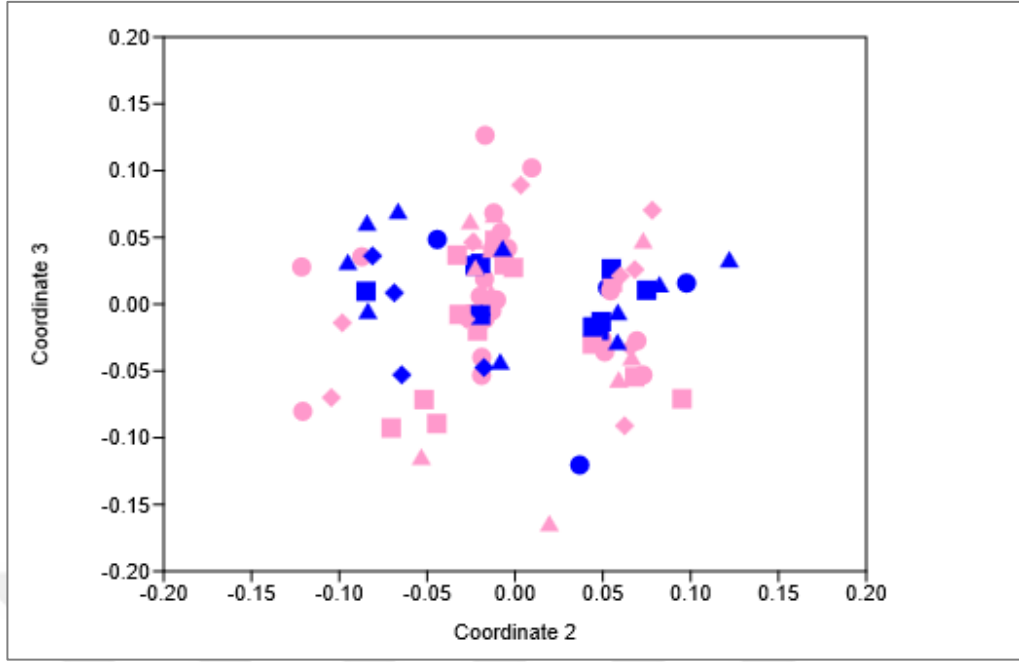
4.2.1 Olguların demografik verileri ve alışkanlıklarına ait verileri içeren ÇBÖ modeline ait analiz bulguları

Demografik ve alışkanlık değişkenlere dayalı olarak yapılan non-metrik ÇBÖ analizinde yaş, vücut kitle indeksi, meslek, sigara kullanımı, konuşma alışkanlığı ve günlük su tüketimi değişkenleri değerlendirilmiştir. Analiz sonucunda elde edilen *stres* değeri 0,2026 olup, sınırda bir uygunluk düzeyine işaret etmektedir. R^2 değerlerine bakıldığında, eksen 1'in verinin %44'ünü, eksen 2'nin ise %25'ini açıkladığı ve iki eksenin birlikte toplam varyansın %69'unu açıkladığı görülmektedir.

Cinsiyete göre renk kodlaması ile oluşturulan saçılım grafikleri incelendiğinde, (Şekil 2-3) kadınların daha çok boyut 1'in sağında, erkek olguların ise solunda dağıldığı ve belirgin bir kümelenme göstermediği dikkati çekmektedir. Koordinat 1 ve 2 düzleminde kümelenme erkek cinsiyet açısından kısmen izlenirken, 2 ve 3'te gruplar arası uzaklıklar azalmış, kümelenme zayıflamıştır.

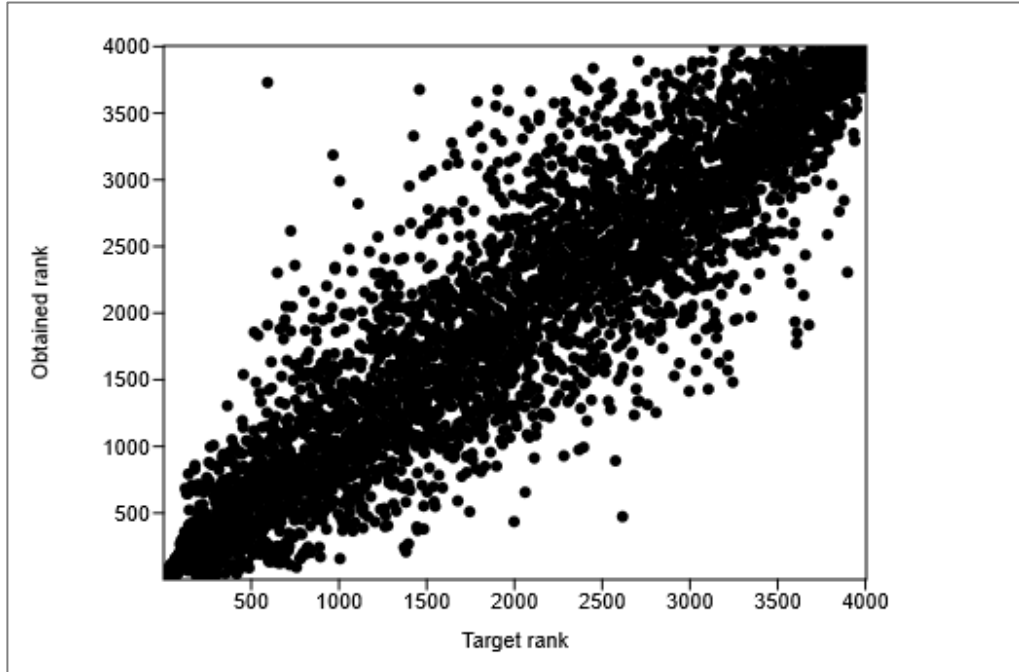


Şekil 2. Demografik/alışkanlık değişkenlerinden oluşan non-metrik ÇBÖ modeline ait Koordinat 1–2 düzlemindeki saçılım grafiği (daire: nodül, kare: polip, elmas: kist, üçgen: paralizi; pembe: kadın, mavi: erkek).



Şekil 3. Demografik/alışkanlık değişkenlerinden oluşan non-metrik ÇBÖ modeline ait Koordinat 2–3 düzlemindeki saçılım grafiği (daire: nodül, kare: polip, elmas: kist, üçgen: paralizi; pembe: kadın, mavi: erkek).

Shepard diyagramında (Şekil 4) sıralı benzerlikler genel olarak korunmuş, ancak doğrusallık kaybolmuş ve yayılımda artış gözlenmiştir.



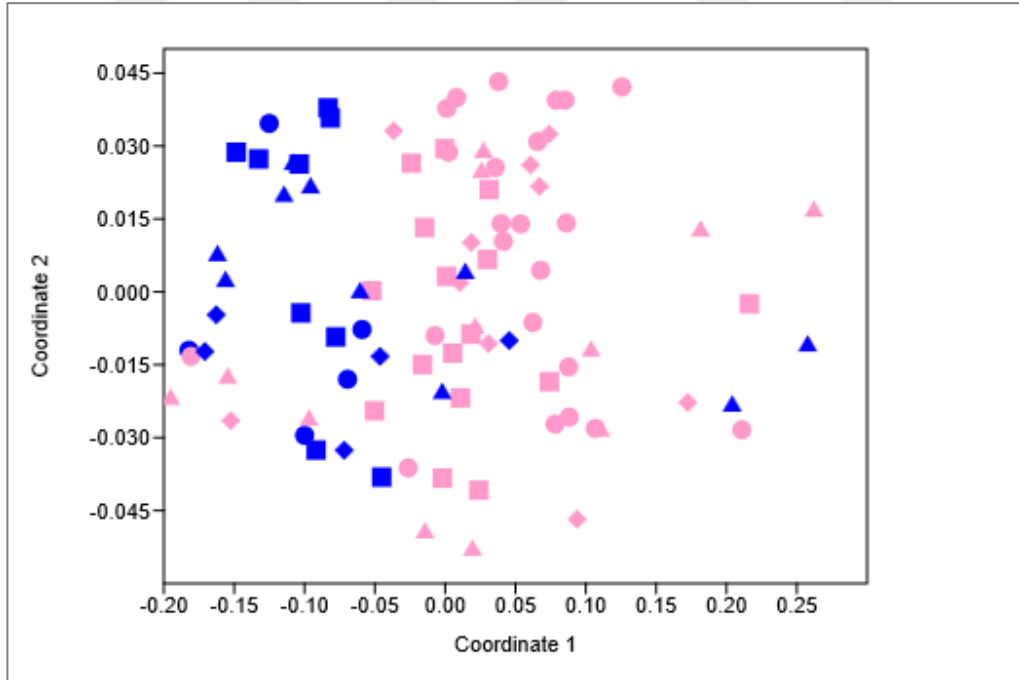
Şekil 2. Demografik/alışkanlık değişkenlerine ait verilerle oluşturulan non-metrik ÇBÖ analizine ait Shepard diyagramı.

4.2.2. Olguların sürekli ve ordinal değişkenlere ait verilerini içeren ÇBÖ modeline ait analiz bulguları

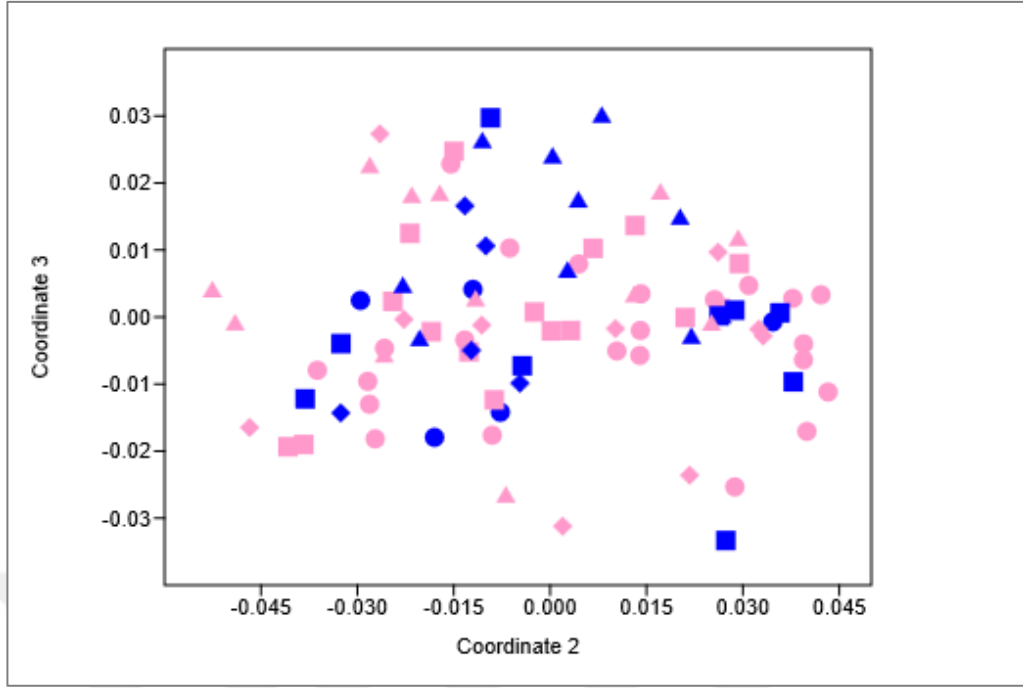
4.2.2.1. Olguların akustik ses analizi ve yaşam kalitesi anket bulgularını içeren ÇBÖ modeline ait analiz bulguları

Sürekli değişkenlere dayalı analizde ise maksimum fonasyon süresi, temel frekans F_0 , Jitter lokal, Shimmer lokal, gürültü-harmonik oranı (GHO) ile birlikte SEİ, S-İYKA ve RSİ anket puanları değerlendirilmiştir. Elde edilen stres değeri 0,0162 olarak hesaplanmış ve bu durum modelin çok yüksek düzeyde temsil gücüne sahip olduğunu göstermiştir. Özellikle birinci eksenin verinin %98'1'ini açıkladığı (Eksen 2: %0,1) dikkate alındığında, grafik düzlemdaki konumların büyük oranda bu eksende şekillendiği anlaşılmaktadır.

Grafik üzerinde cinsiyet dağılımı incelendiğinde (Şekil 5-6), kadın ve erkek olguların büyük oranda boyut 1'de orijinin sağında ve solunda kümelenendiği, ancak Koordinat 2-3 düzleminde daha homojen dağıldığı gözlenmiştir. Cinsiyet, akustik ses analizi ve yaşam kalitesi açısından belirleyici bir faktör olarak kabul edilebilir.

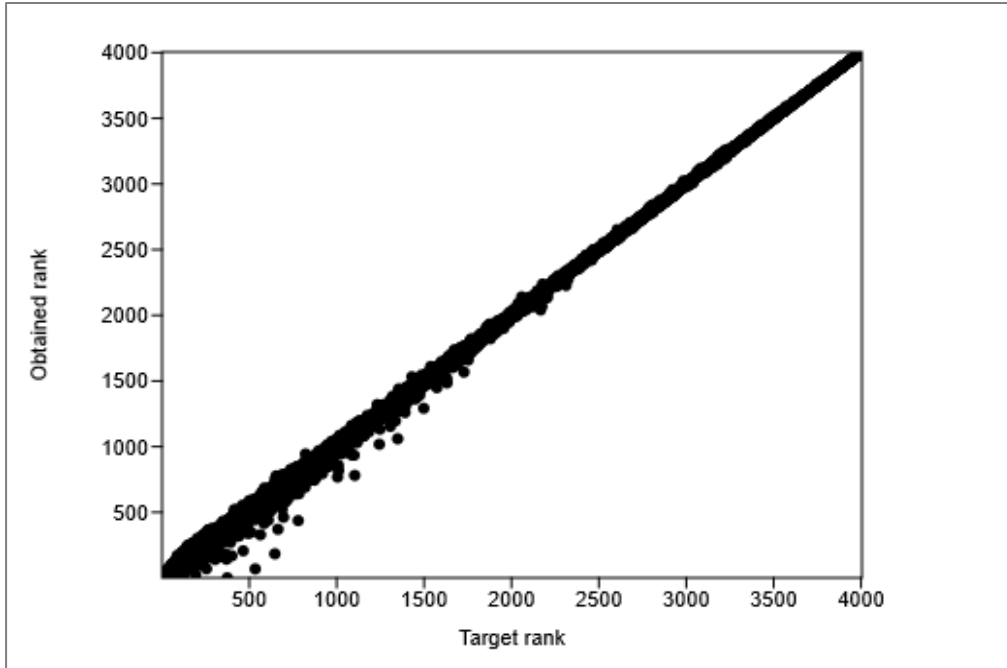


Şekil 3. Akustik ses analizi ve yaşam kalitesi anket skorları değişkenlerine ait verilerden oluşturulan non-metrik ÇBÖ modeline ait Koordinat 1–2 düzlemindeki saçılım grafiği (daire: nodül, kare: polip, elmas: kist, üçgen: paralizi; pembe: kadın, mavi: erkek).



Şekil 4. Akustik ses analizi ve yaşam kalitesi anket skorları değişkenlerine ait verilerden oluşturulan non-metrik ÇBÖ modeline ait Koordinat 2–3 düzlemindeki saçılım grafiği (daire: nodül, kare: polip, elmas: kist, üçgen: paralizi; pembe: kadın, mavi: erkek).

Shepard diyagramı incelendiğinde (Şekil 7), modelde sıralı benzerlikler güçlü şekilde korunmuş ve çözüm verilere iyi uyum sağlamıştır.

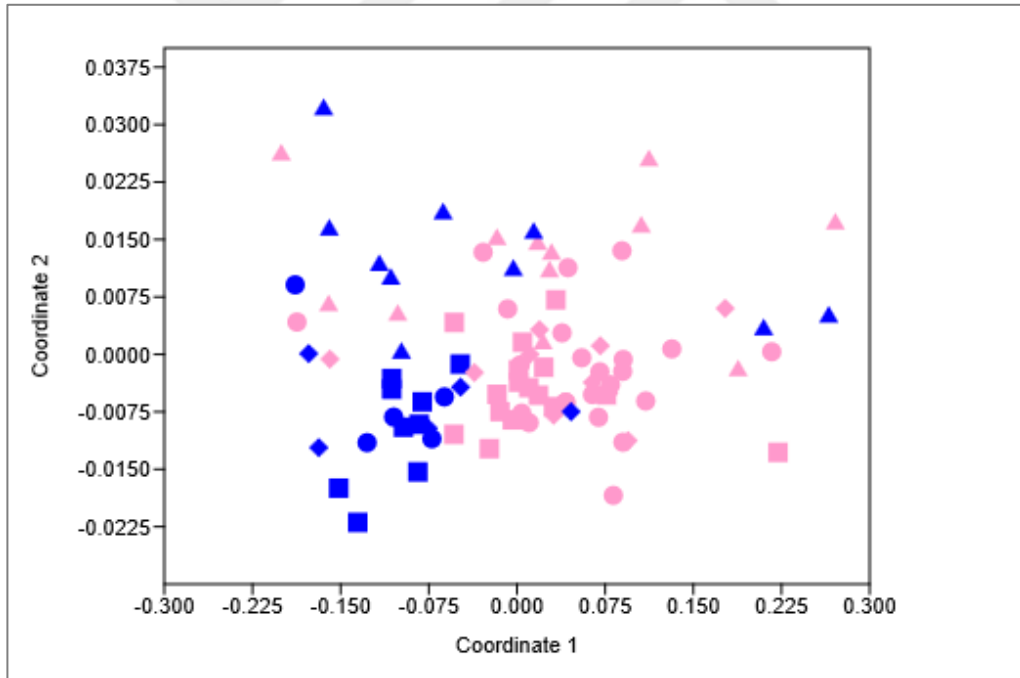


Şekil 5. Akustik ses analizi ve yaşam kalitesi anket skorları değişkenlerine ait verilerle oluşturulan non-metrik ÇBÖ modeline ait Shepard diyagramı.

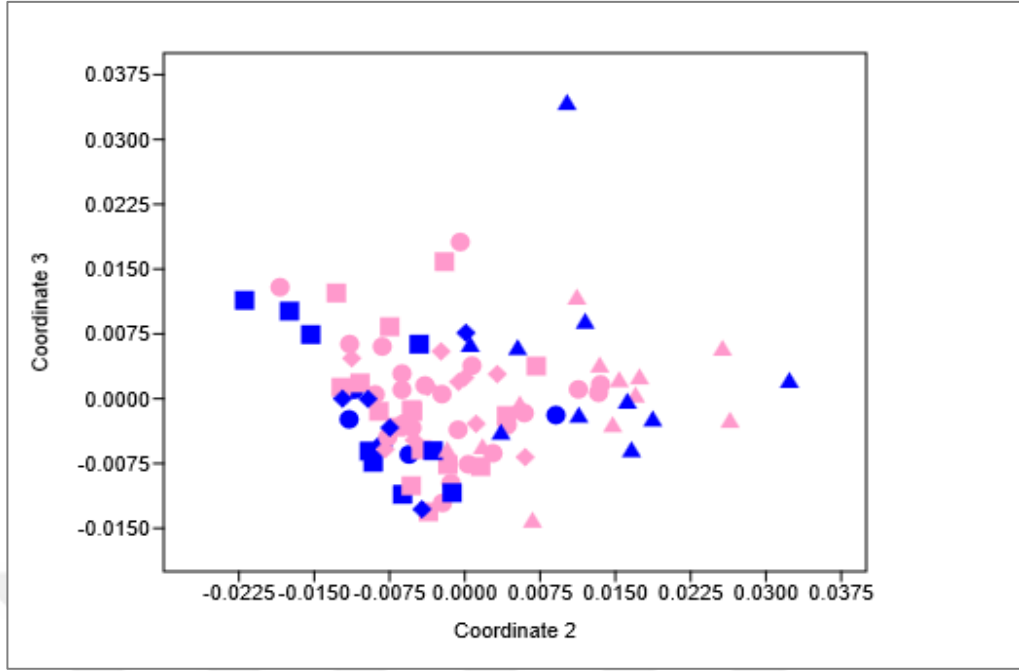
4.2.2.2. Olguların sadece akustik ses analizi bulgularını içeren ÇBÖ modeline ait analiz bulguları

Sadece akustik ses analizi parametreleriyle yürütülen analizde stres değeri 0,0028 gibi oldukça düşük bir seviyede bulunmuş ve modelin güvenilirliği oldukça yüksek olarak değerlendirilmiştir. Varyansın neredeyse tamamı birinci eksen tarafından açıklanmıştır (R^2 değerleri; eksen 1 için 0,998, eksen 2 için 0,021.).

Cinsiyete göre renk kodlaması yapılan grafiklerde (Şekil 8-9), kadınlar boyut 1’de orijinin sağında, erkeler ise solunda kümelenme göstermiştir. Ayrıca, paralizi grubu boyut 2’de üstlerde yerleşmiş dağılmış, polipler aşağıda, kist grupları ise daha merkezde izlenirken, nodüllere bir ayrışma izlenmemiştir. Cinsiyete bağlı akustik ses farkları grafik düzlemine boyut 1’de daha net yansımıştır. Bu model, ses parametrelerinin cinsiyet ve lezyon tipi ayrımı için oldukça güçlü bir araç olduğunu ortaya koymaktadır.

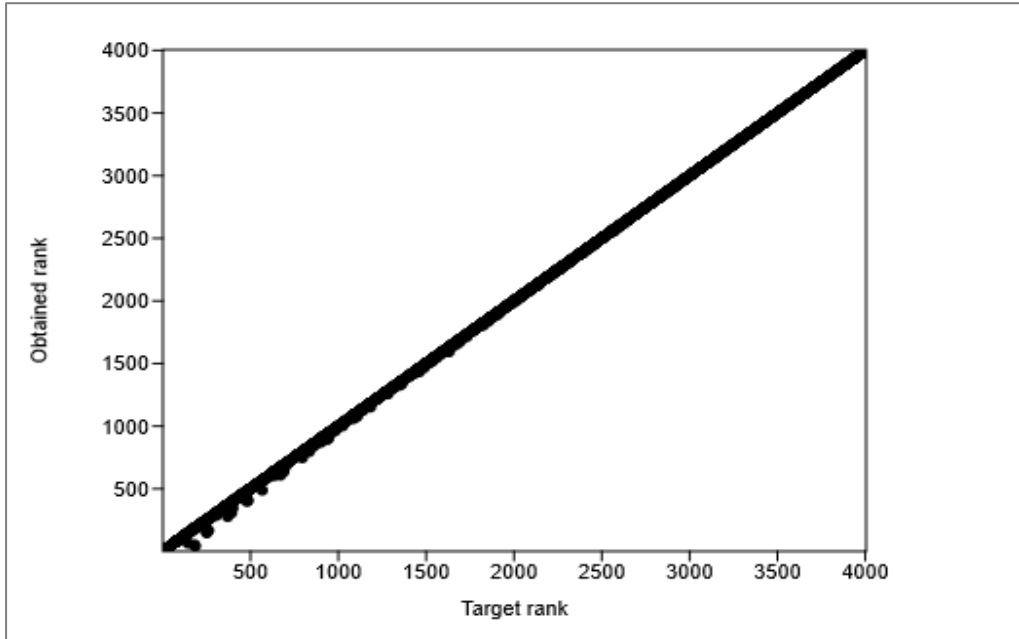


Şekil 6. Akustik ses analizi değişkenlerine ait verilerden oluşturulan non-metrik ÇBÖ modeline ait Koordinat 1-2 düzleminde saçılım grafiği (daire: nodül, kare: polip, elmas: kist, üçgen: paralizi; pembe: kadın, mavi: erkek).



Şekil 7. Akustik ses analizi değişkenlerine ait verilerden oluşturulan non-metrik ÇBÖ modeline ait Koordinat 2–3 düzleminde saçılım grafiği (daire: nodül, kare: polip, elmas: kist, üçgen: paralizi; pembe: kadın, mavi: erkek).

Shepard diyagramını incelendiğinde (Şekil 10), düşük stres değeri ile paralel olarak modeldeki çözümün verilere uygunluk düzeyi oldukça yüksektir.

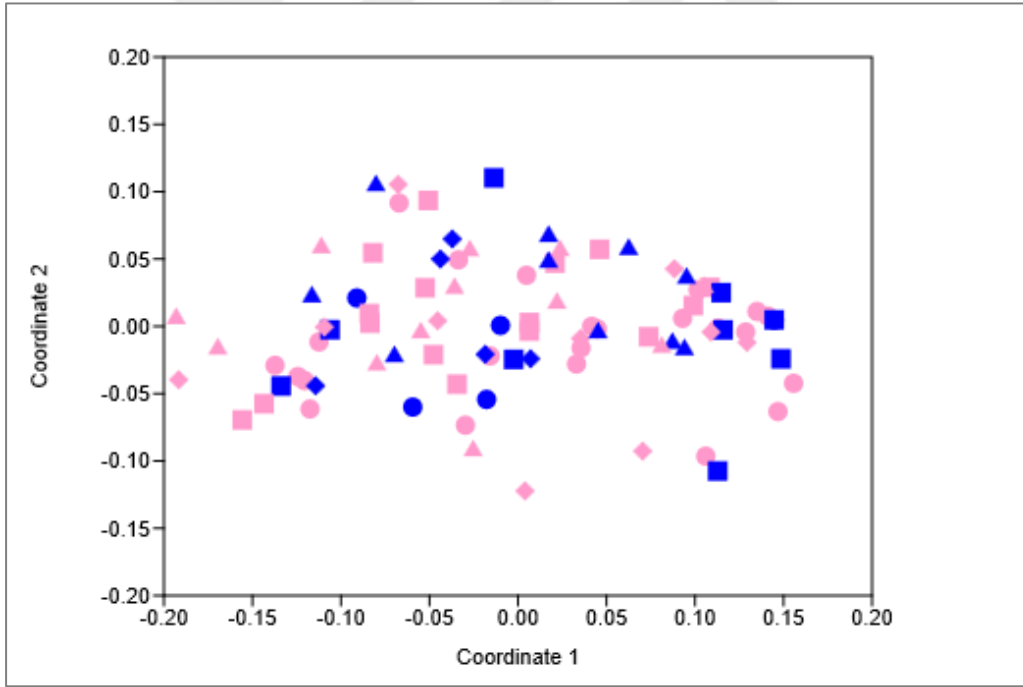


Şekil 8. Akustik ses analizi değişkenlerine ait verilerle oluşturulan non-metrik ÇBÖ analizine ait Shepard diyagramı.

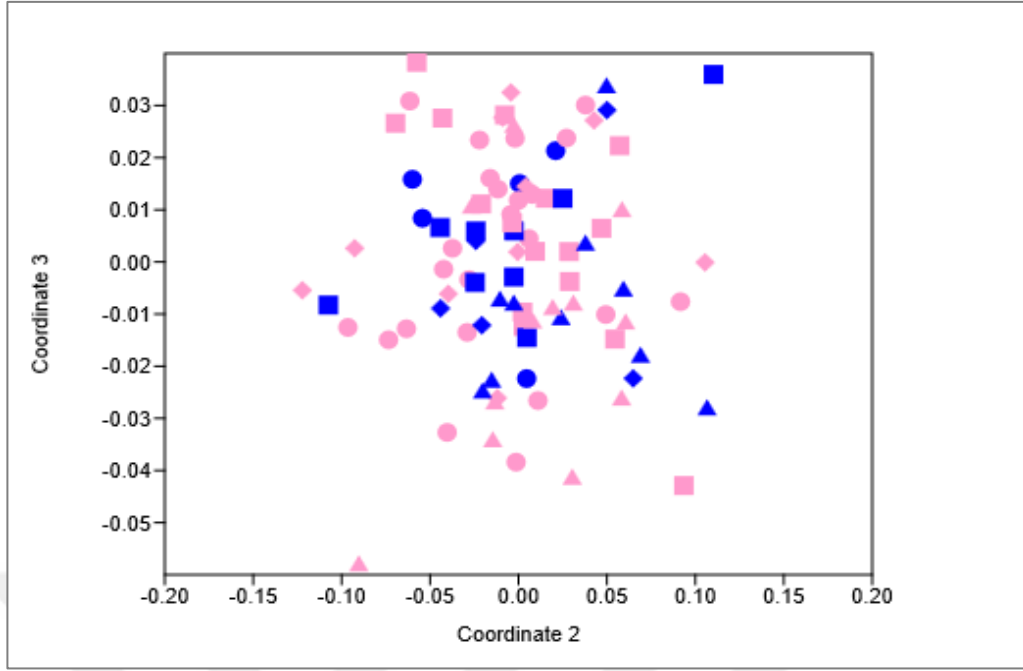
4.2.2.3. Olguların sadece yaşam kalitesi anket bulgularını içeren ÇBÖ modeline ait analiz bulguları

Yaşam kalitesi anketlerine dayalı ÇBÖ modelinde, birlikte SEİ, S-İYKA ve RSİ anket puanları değerlendirilmiş ve stres değeri 0,0015 olarak hesaplanmıştır. Bu değer, modelin örnekler arası benzerlikleri oldukça başarılı şekilde temsil ettiğini göstermektedir. Eksen 1 ve eksen 2 birlikte varyansın %93'ünü açıklamaktadır (R^2 değerleri; eksen 1 için 0,840, eksen 2 için 0,097.).

Grafik üzerinde cinsiyet temelli bir dağılım (Şekil 11-12) gözlemlendiğinde, kadın olguların lezyon tipinden bağımsız olarak daha geniş bir alana yayılmış olduğu görülmektedir. Ayrıca, boyut 1'de paralizisi grubu, orijinin daha çok solunda kümelenip, diğer patolojilerden ayrılmaktadır. Koordinat 2-3 düzleminde ise, boyut 3'de paraliziler aşağıda kalmış, polip, nodül ve kistler ise dağınık yayılmıştır. Bu bulgular, hastaların subjektif algılarında cinsiyet ve patolojinin etkili olduğunu göstermektedir.

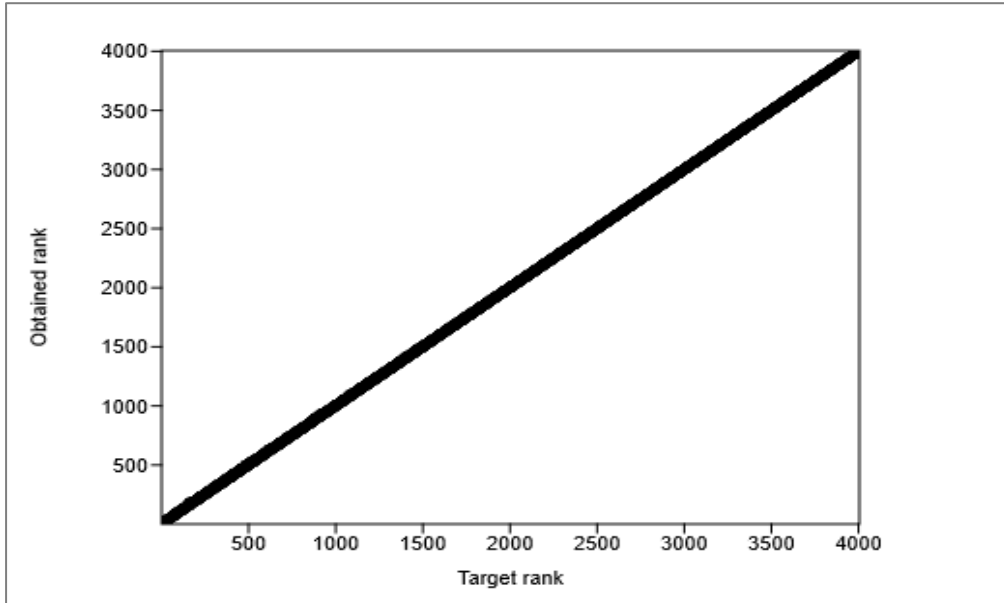


Şekil 9. Yaşam kalitesi anketleri değişkenlerine ait verilerden oluşturulan non-metrik ÇBÖ modeline ait Koordinat 1–2 düzleminde saçılım grafiği (daire: nodül, kare: polip, elmas: kist, üçgen: paralizi; pembe: kadın, mavi: erkek).



Şekil 10. Yaşam kalitesi anketleri değişkenlerine ait verilerden oluşturulan non-metrik ÇBÖ modeline ait Koordinat 2–3 düzleminde saçılım grafiği (daire: nodül, kare: polip, elmas: kist, üçgen: paralizi; pembe: kadın, mavi: erkek).

Shepard diyagramı incelendiğinde (Şekil 13), düşük stres değeri ile paralel olarak modelin yüksek temsil gücü görülmektedir.

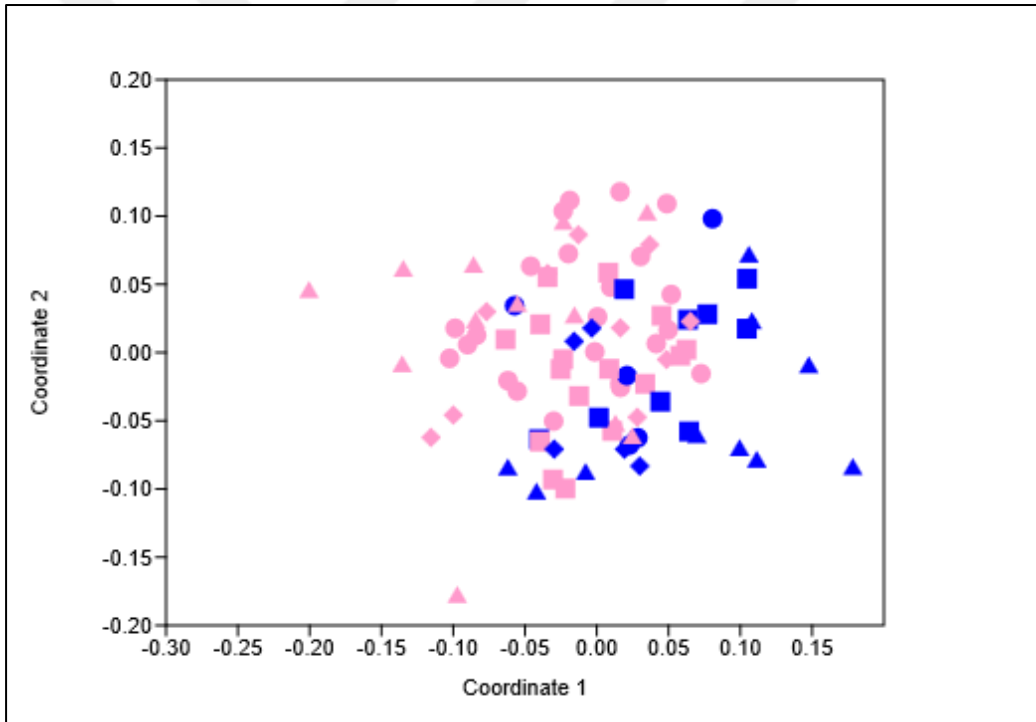


Şekil 11. Yaşam kalitesi anketleri değişkenlerine ait verilerle oluşturulan non-metrik ÇBÖ analizine ait Shepard diyagramı.

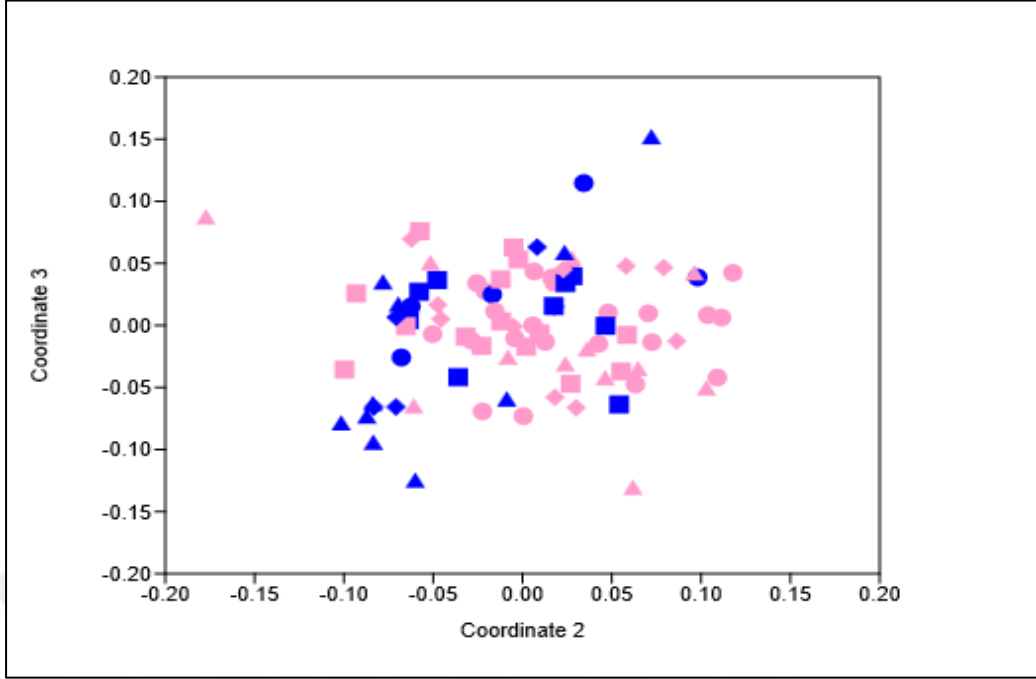
4.2.3. Olguların demografik (cinsiyet dışında), alışkanlık, klinik ve yaşam kalitesi anket bulgularına ait tüm değişkenleri içeren ÇBÖ modeline ait analiz bulguları

Tüm değişkenlerin birlikte değerlendirildiği ÇBÖ analizinde ise, stres değeri 0,2192 olarak hesaplanmış ve bu durum çok boyutlu yapının üç boyutlu düzlemde temsilinin sınırlı olduğunu göstermiştir. Varyansın %37,8'i eksen 1, %22,8'i eksen 2 tarafından açıklanmış olup, model %61 açıklayıcılık oranına sahiptir.

Grafiksel dağılım (Şekil 14-15) incelendiğinde, boyut 1'de cinsiyete göre kümelenme görülse de, değişken sayısının artmasıyla modelin ayrıştırıcılığı azalmıştır. Patolojiler arasındaki farklar daha silik hale gelmiştir. Bu nedenle, tüm verilerin içinden akustik ses analizi ve yaşam kalitesi anketlerine ait verilerin hem cinsiyet hem hastalık tipi açısından ayrıştırıcı gücü daha yüksek bulunmuştur.

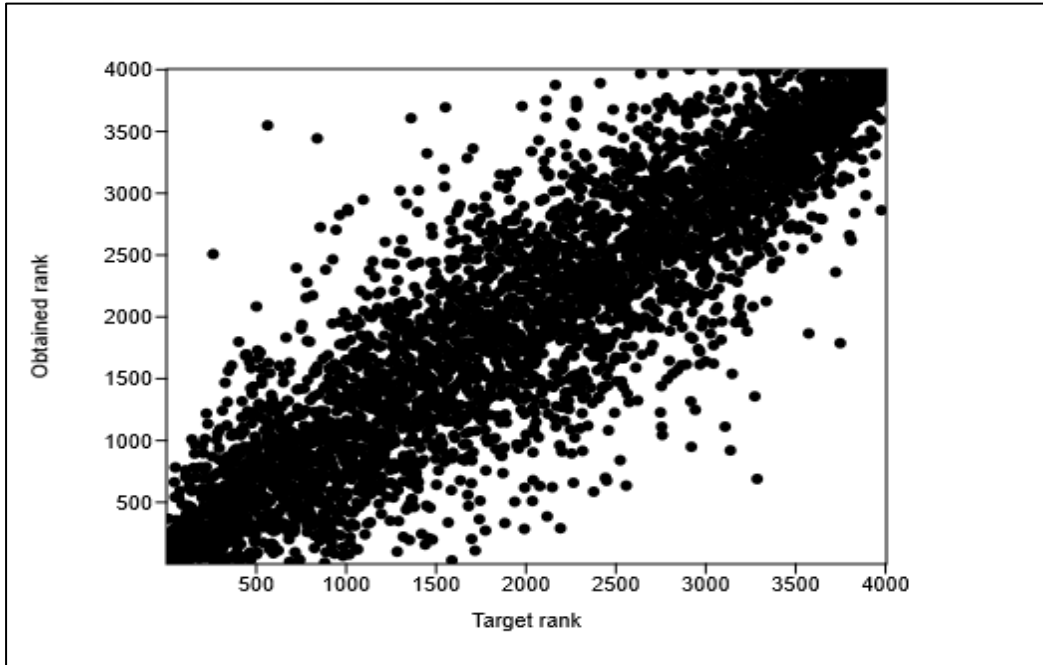


Şekil 12. Demografik, alışkanlık, akustik ses analizi ve yaşam kalitesi anketleri değişkenlerine ait verilerden oluşturulan non-metrik ÇBÖ modeline ait Koordinat 1-2 düzleminde saçılım grafiği (daire: nodül, kare: polip, elmas: kist, üçgen: paralizisi; pembe: kadın, mavi: erkek).



Şekil 13. Demografik, alışkanlık, akustik ses analizi ve yaşam kalitesi anketleri değişkenlerine ait verilerden oluşturulan non-metrik ÇBÖ modeline ait Koordinat 2–3 düzleminde saçılım grafiği (daire: nodül, kare: polip, elmas: kist, üçgen: paralizisi; pembe: kadın, mavi: erkek).

Shepard diyagramı incelendiğinde (Şekil 16), sıralı mesafeler kısmen korunmuş olsa da, doğrusallık kaybolmuştur ve bilgi gürültüsü fazladır.



Şekil 14. Demografik, alışkanlık, akustik ses analizi ve yaşam kalitesi anketleri değişkenlerine ait verilerle oluşturulan non-metrik ÇBÖ analizine ait Shepard diyagramı.

Cinsiyet işaretli ÇBÖ modellerine yönelik özet Tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 7. Cinsiyet İşaretli ÇBÖ Analizleri

Model	R^2	Açıklayıcılık	Stres	Cinsiyet Ayrımı	Patoloji Ayrımı
Demografik/alışkanlık özellikleri	0,69	Orta	0,2026	Zayıf	Zayıf
Akustik ses ve yaşam kalitesi	0,99	Çok güçlü	0,0162	Güçlü	Güçlü
Akustik ses analizi	>0,99	Çok güçlü	0,0028	Güçlü	Çok güçlü
Yaşam kalitesi	0,85	Güçlü	0,0015	Orta	Çok güçlü
Tüm değişkenler	0,61	Orta	0,2192	Orta	Zayıf

Bu bölümdeki bulguları özetlersek;

1) Demografik/Alışkanlık Değişkenlere Dayalı Analiz: Cinsiyet açısından koordinat 1–2 düzleminde hafif bir ayrışma gözlenmiş, 2–3 düzlemde bu farklar zayıflamıştır. Bu verilerin cinsiyetler arası ve vokal kord hastalıkları arasındaki farklılıkları ayırt etmedeki etkisi sınırlı kalmıştır.

2) Akustik Ses ve Yaşam Kalitesi Verilerine Dayalı Analiz: Cinsiyete göre boyut 1’de kümelenmeler gözlenmiştir. Cinsiyet, akustik ses analizi ve yaşam kalitesi açısından belirleyici bir faktör olarak kabul edilebilir. Akustik ses özellikleri açısından ise, paralizi grubunun periferde dağıldığı, poliplerin daha merkezde konumlandığı, nodül ve kistlerin ise dağınık saçılım gösterdiği gözlenmiştir.

3) Akustik Ses Verilerine Dayalı Analiz: Cinsiyete göre belirgin ayrışma gözlenmiştir. Akustik ses parametrelerinin, cinsiyet ve vokal kord hastalıklarında lezyon tipi ayrımı için oldukça güçlü bir araç olduğu kabul edilebilir.

4) Yaşam Kalitesi Verilerine dayalı Analiz: Kadınlar daha geniş alana yayılmış, vokal kord kistlerinin polip ve nodüllerden, vokal kord paralizi grubunun ise diğer tüm lezyonlardan uzak konumlandığı gözlenmiştir.

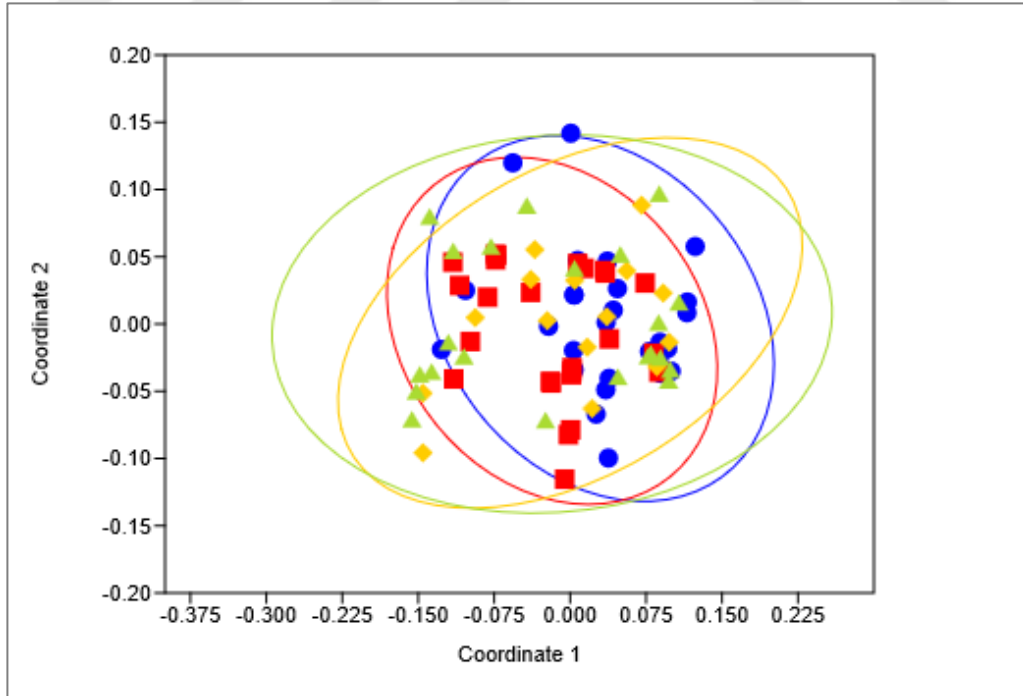
5) Demografik, Alışkanlık, Akustik Ses ve Yaşam Kalitesi Verilerine Dayalı Analiz: Cinsiyete göre kümelenme gözlenmişse de değişken sayısı arttıkça ayrışma zayıflamıştır. Akustik ve yaşam kalitesi değişkenlerinin ayrı analizlerle değerlendirilmesi daha anlamlıdır.

4.3 Tüm Örneklemeye Ait Klinik Tanı Gruplarına Göre Modellenmiş Çok Boyutlu Ölçekleme Analiz Bulguları

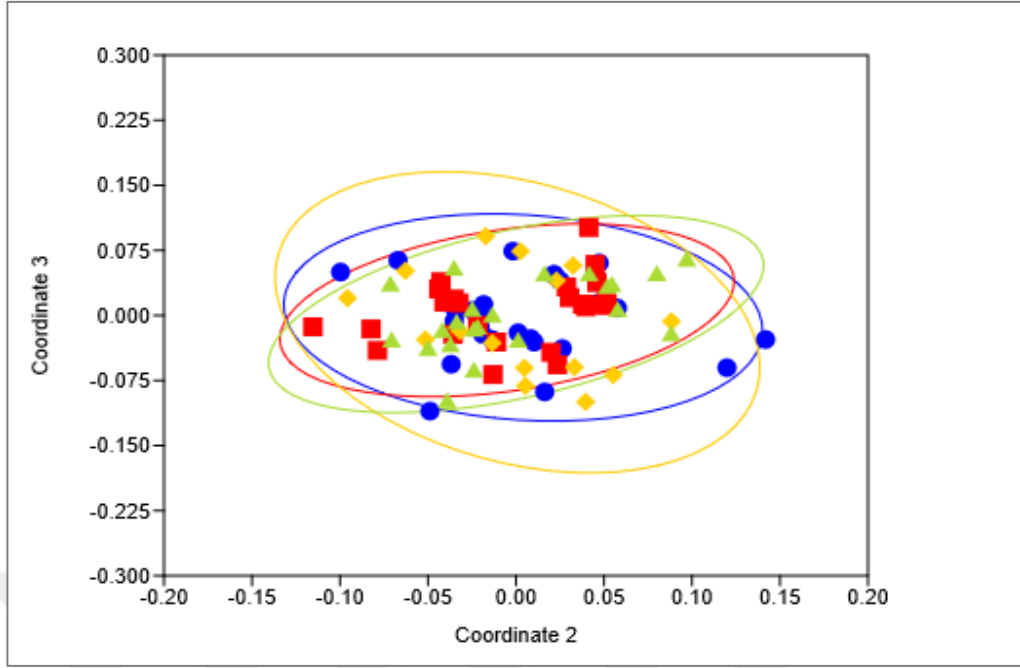
4.3.1 Olguların demografik verileri ve alışkanlıklarına ait verileri içeren ÇBÖ modeline ait analiz bulguları

Yalnızca demografik/alışkanlık değişkenleri kullanılarak yürütülen non-metrik ÇBÖ analizinde elde edilen Kruskal stres değeri 0,1901 olarak bulunmuştur. Bu değer, modelin veriyi orta düzeyde temsil ettiğini ve üç boyutlu düzlemde örnekler arası ilişkilerin makul düzeyde korunduğunu göstermektedir. Eksen 1 varyansın %58,5'ini, eksen 2 ise %11,2'sini açıklamaktadır. İlk iki eksenin toplamda yaklaşık %69,7 oranında varyans açıklaması, grafiksel düzlemde elde edilen dağılımın sınırlı ama kabul edilebilir düzeyde temsil gücüne sahip olduğunu düşündürmektedir.

Grafikler incelendiğinde (Şekil 17-18), polip ve kısmen de nodüller daha merkezde, kist ve paraliziler daha periferde dağılım gösterse de, demografik/alışkanlık değişkenlerinin klinik tanı gruplarını ayırtmadaki etkisi zayıftır. İki düzlemdeki konumlanmalar, polipleri olan bireylerin, demografik/alışkanlık değişkenleri açısından nodül ve kistlerden daha benzer profilde olduğunu düşündürmektedir.

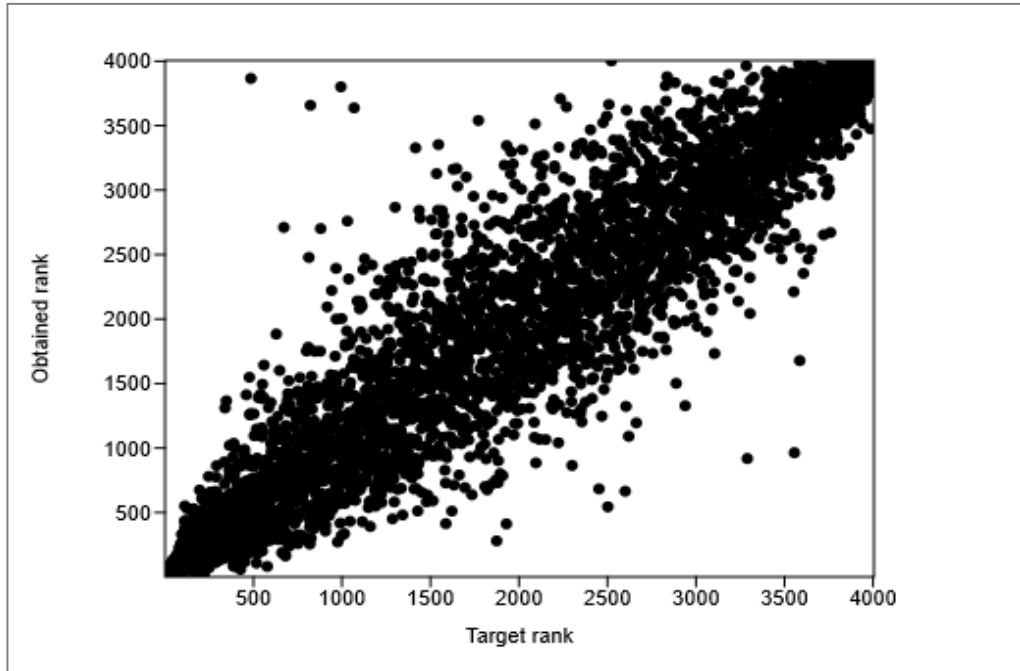


Şekil 15. Demografik/alışkanlık değişkenlerinden oluşan non-metrik ÇBÖ modeline ait Koordinat 1-2 düzlemindeki saçılım grafiği (mavi daire: nodül, kırmızı kare: polip, sarı elmas: kist, yeşil üçgen: paralizi.).



Şekil 16. Demografik/alışkanlık değişkenlerinden oluşan non-metrik ÇBÖ modeline ait Koordinat 2–3 düzlemindeki saçılım grafiği (mavi daire: nodül, kırmızı kare: polip, sarı elmas: kist, yeşil üçgen: paralizli.).

Shepard diyagramında (Şekil 19) sıralı uzaklıkların genelde korunduğu ancak yüksek varyansa sahip bazı noktalarda sapmaların olduğu gözlenmiştir.



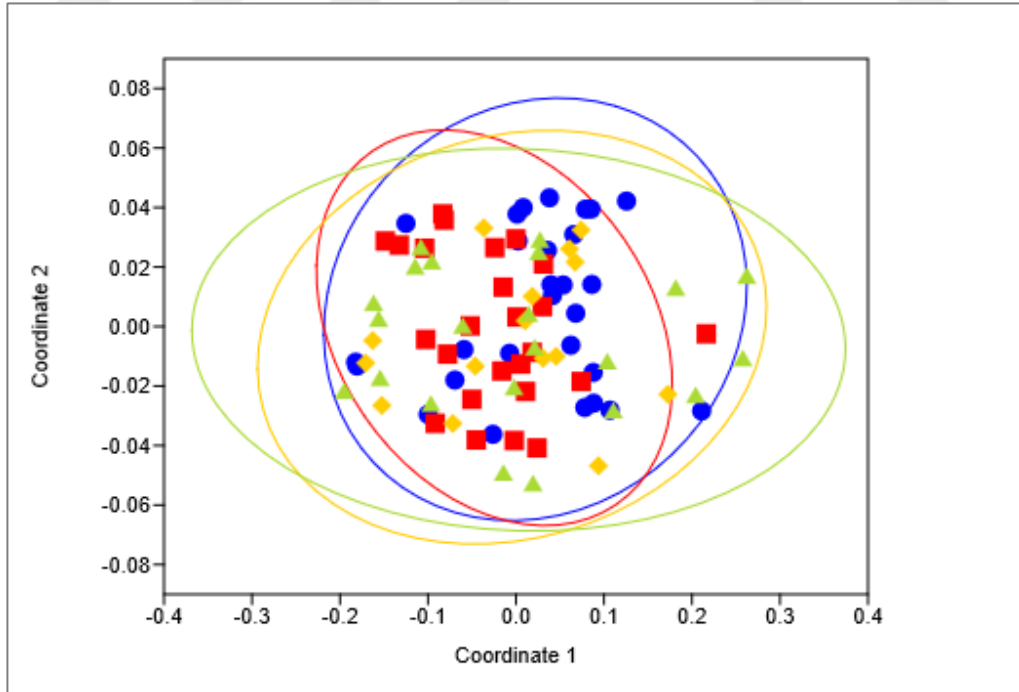
Şekil 17. Demografik/alışkanlık değişkenlerine ait verilerle oluşturulan non-metrik ÇBÖ analizine ait Shepard diyagramı.

4.3.2. Olguların sürekli ve ordinal değişkenlere ait verilerini içeren ÇBÖ modeline ait analiz bulguları

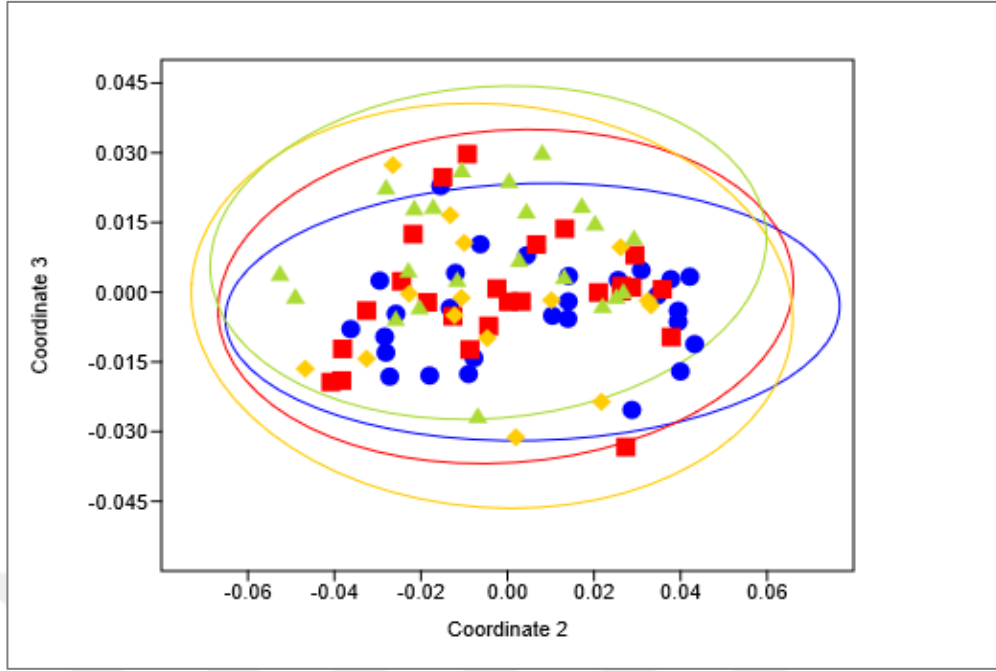
4.3.2.1. Olguların akustik ses analizi ve yaşam kalitesi anket bulgularını içeren ÇBÖ modeline ait analiz bulguları

Maksimum fonasyon süresi, temel frekans F_0 , Jitter lokal, Shimmer lokal, GHO ile birlikte, SEİ, S-İYKA ve RSİ anket puanlarının dahil edildiği analizde, stres değeri 0,0162 olarak hesaplanmıştır. Bu düşük stres değeri, modelin örnekler arası benzerlik yapılarını yüksek doğrulukla iki boyutlu düzleme yansıttığını göstermektedir. Eksen 1 toplam varyansın %98,1'ini açıklarken, eksen 2'nin katkısı yalnızca %0,1 düzeyindedir.

Grafiksel düzlemdeki dağılım (Şekil 20-21), özellikle paralizi ve kist olgularının diğer patolojilere göre daha uzak konumlandığı ve poliplerin boyut 1'de orijinin solunda, nodüllerin ise sağında ayrı bir grup oluşturduğu dikkat çekmektedir. Nodül ve kist grupları birbirine yakın konumlanmış, polip grubuna göre daha dağınık bir profile sahiptirler. Bu analiz, akustik ve yaşam kalitesi temelli sürekli değişkenlerin klinik grupları güçlü biçimde ayırt edebildiğine işaret etmektedir.

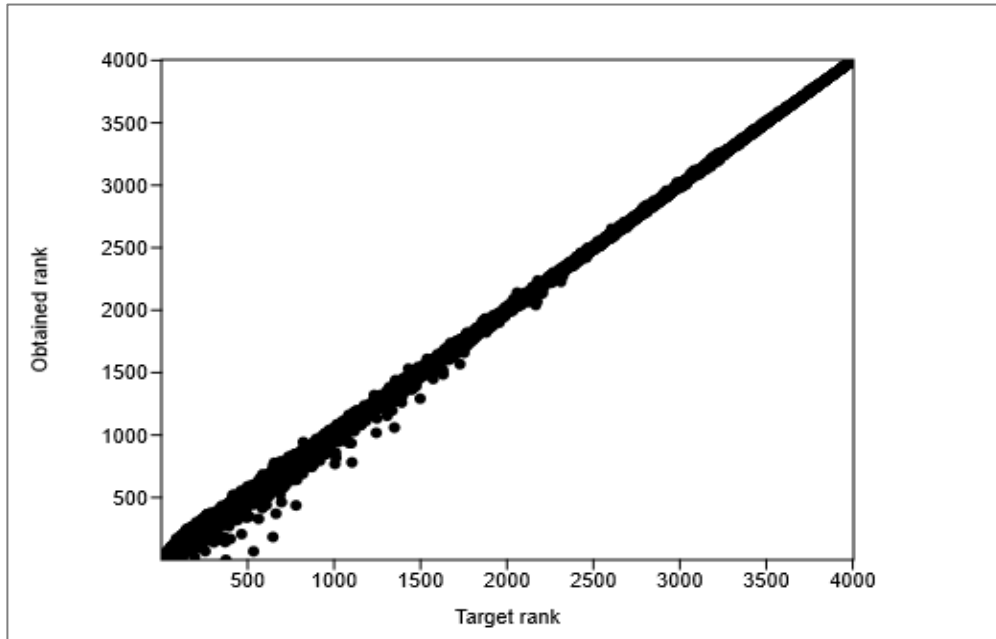


Şekil 18. Akustik ses analizi ve yaşam kalitesi anketleri değişkenlerinden oluşan non-metrik ÇBÖ modeline ait Koordinat 1–2 düzlemindeki saçılım grafiği (mavi daire: nodül, kırmızı kare: polip, sarı elmas: kist, yeşil üçgen: paralizi.).



Şekil 19. Akustik ses analizi ve yaşam kalitesi anketleri değişkenlerden oluşan non-metrik ÇBÖ modeline ait Koordinat 2–3 düzlemindeki saçılım grafiği (mavi daire: nodül, kırmızı kare: polip, sarı elmas: kist, yeşil üçgen: paralizi.).

Shepard diyagramı incelendiğinde (Şekil 22) doğrusallık korunmuştur ve stres düzeyi ile uyumlu olarak model yüksek temsiliyete sahiptir.

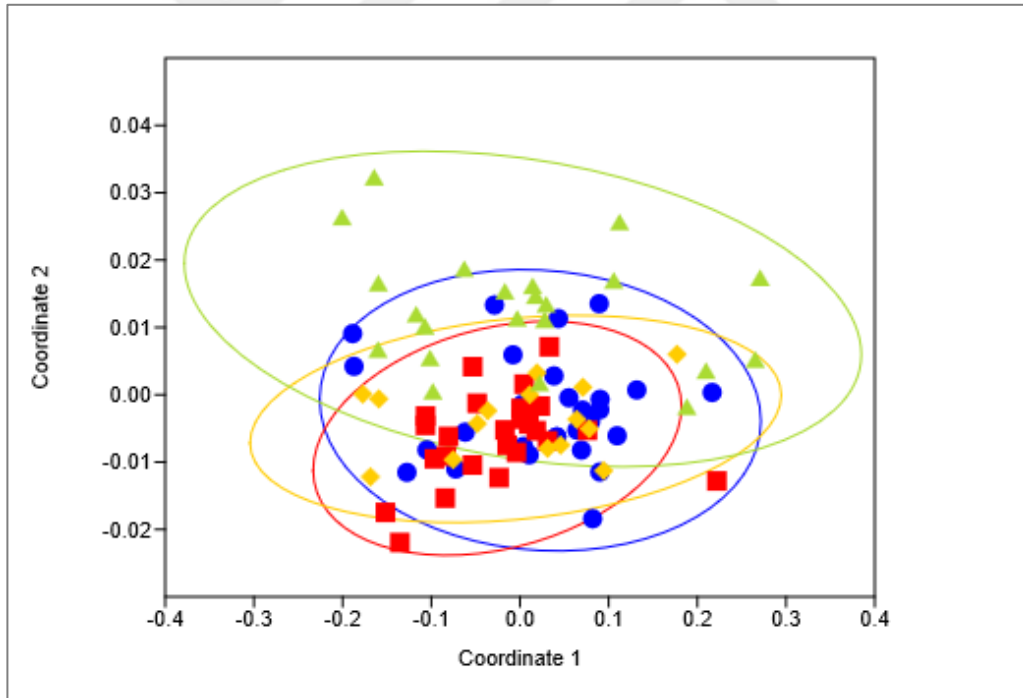


Şekil 20. Akustik ses analizi ve yaşam kalitesi anketleri verilerine ait verilerle oluşturulan non-metrik ÇBÖ analizine ait Shepard diyagramı.

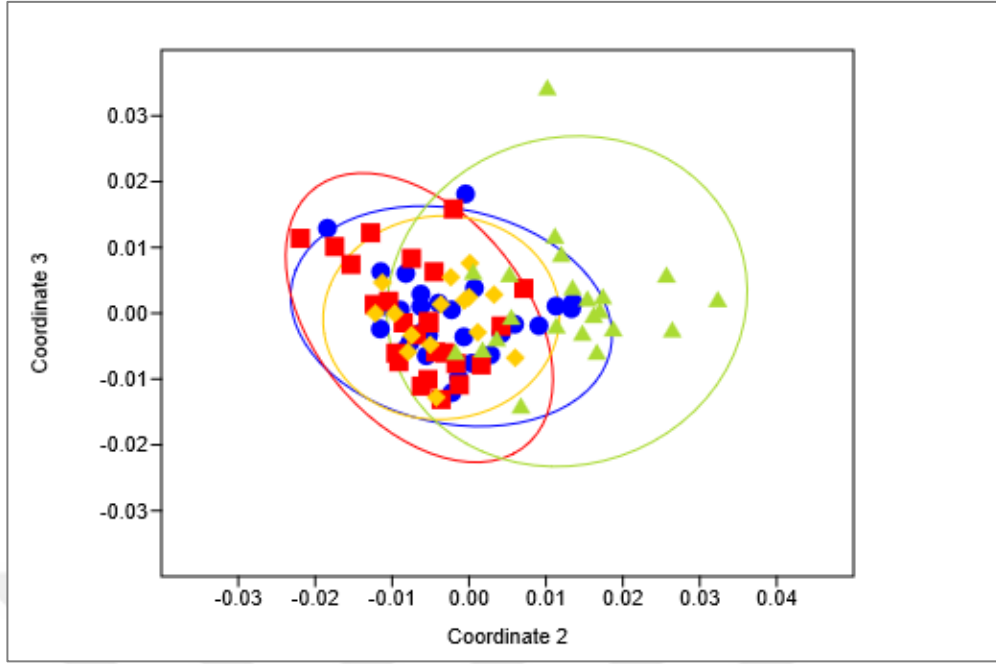
4.3.2.1. Olguların sadece akustik ses analizi bulgularını içeren ÇBÖ modeline ait analiz bulguları

Yalnızca akustik parametrelerin değerlendirildiği ÇBÖ analizinde elde edilen stres değeri 0,0028 olup, analiz çıktısının çok yüksek güvenilirlikte olduğu kabul edilmiştir. Eksen 1 varyansın %99,8'ini açıklamaktadır. Bu durumda örneklerin dağılımını esas olarak birinci eksene yüklenmiştir.

Grafiksel ayırışma, vokal patoloji gruplarının ses akustiği açısından farklılaştığını ortaya koymaktadır (Şekil 23-24). Özellikle koordinat 1-2 düzleminde (Şekil 23) paraliz grubu belirgin biçimde boyut 2'de orijinin üstünde, koordinat 2-3 düzleminde (Şekil 24) ise sağında kalarak diğerlerinden ayrılmıştır. Nodül ve kist gruplarının daha yakın konumlandığı ve poliplerin daha içiçe kümelenildiği izlenmiştir. Cinsiyetten etkilenmekle beraber (Şekil 8), akustik ses parametrelerinin farklı vokal kord lezyon tipleri açısından güçlü ayırıcı etkisi olduğu anlaşılmaktadır.

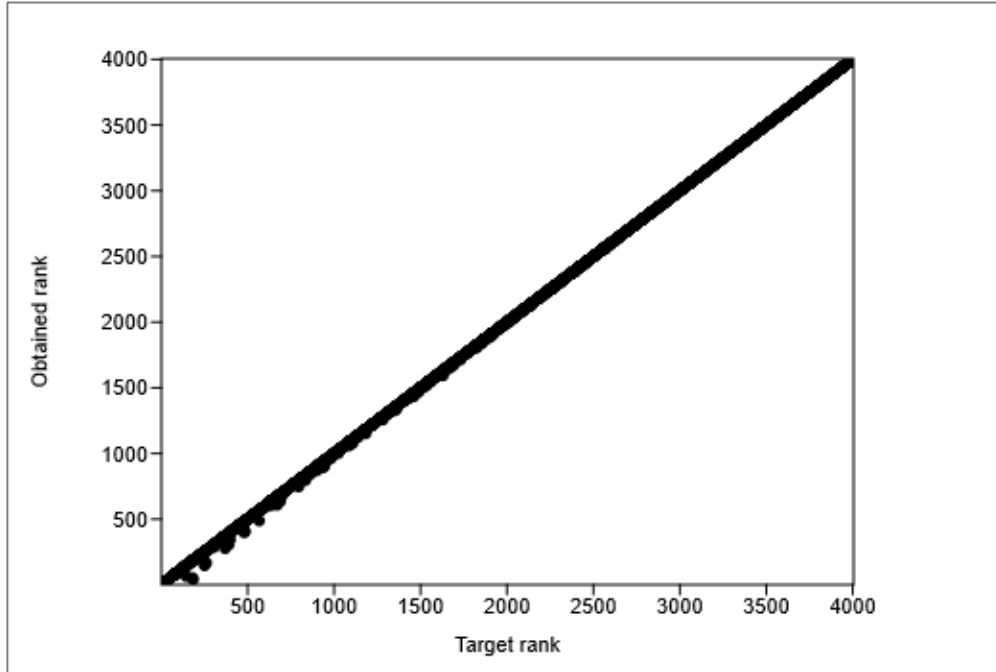


Şekil 21. Akustik ses analizi değişkenlerinden oluşan non-metrik ÇBÖ modeline ait Koordinat 1-2 düzlemindeki saçılım grafiği (mavi daire: nodül, kırmızı kare: polip, sarı elmas: kist, yeşil üçgen: paralizi.).



Şekil 22. Akustik ses analizi değişkenlerden oluşan non-metrik ÇBÖ modeline ait Koordinat 2–3 düzlemindeki saçılım grafiği (mavi daire: nodül, kırmızı kare: polip, sarı elmas: kist, yeşil üçgen: paralizi.).

Shepard diyagramı incelendiğinde (Şekil 25) stres düzeyi ile uyumlu olarak model çok yüksek temsiliyete sahiptir.

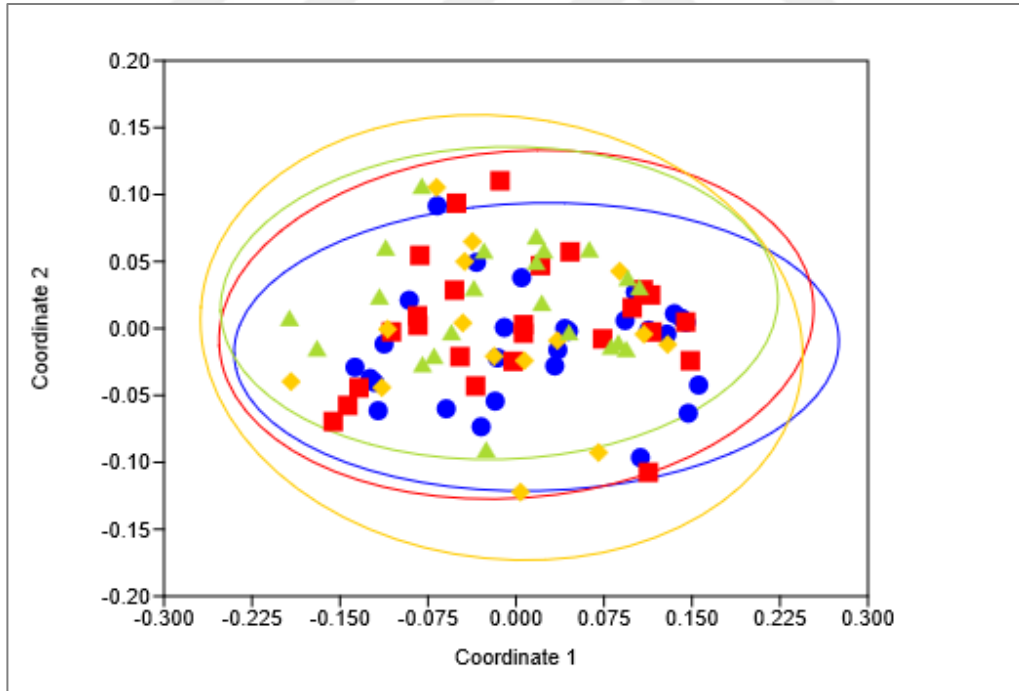


Şekil 23. Akustik ses analizi verilerine ait verilerle oluşturulan non-metrik ÇBÖ analizine ait Shepard diyagramı.

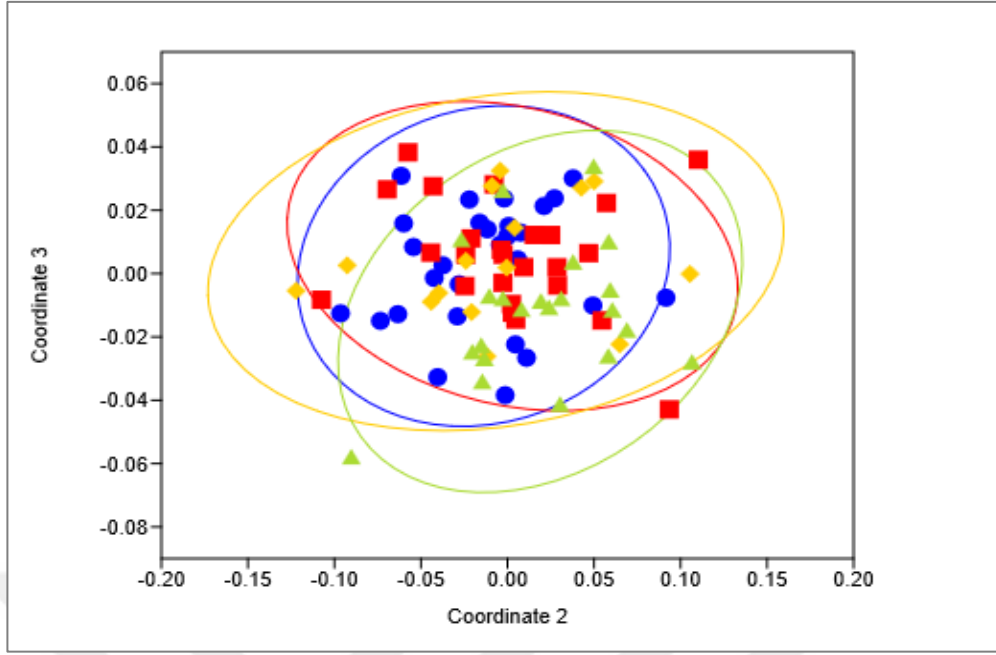
4.3.2.3. Olguların sadece yaşam kalitesi anket bulgularını içeren ÇBÖ modeline ait analiz bulguları

Yaşam kalitesi anketleri temel alınarak oluşturulan ÇBÖ modelinde stres değeri 0,0015 düzeyinde bulunmuş ve bu, analiz çözümlemesinin örnekler arası benzerlikleri çok yüksek doğrulukla temsil ettiğini ortaya koymuştur. Eksen 1 toplam varyansın %84'ünü, eksen 2 %9,7'sini ve eksen 3 %0,5'ini açıklamaktadır. Eksenlerin üç boyutlu toplam açıklayıcılığı oldukça yüksek olup, anket temelli dağılımın klinik gruplar arasında anlamlı farklılaşmalara yol açtığı düşünülmektedir.

Grafikler incelendiğinde (Şekil 26-27), paralizilerin boyut 2'deki konumları dışında lezyon gruplarının genel olarak grafik düzleme yansıyan yaşam kalitesi etki farklılıklarının olmadığı değerlendirilebilir. Paralizi ve kist gruplarının daha heterojen bir dağılım sergilemesi, yaşam kalitesi açısından değişken etkiler oluşturduğunu düşündürmektedir. Nodül ve polip gruplarının birbirlerine yakınlıkları nedeniyle kısmen benzer yaşam kalitesi etkilerinin olduğu anlaşılmaktadır.

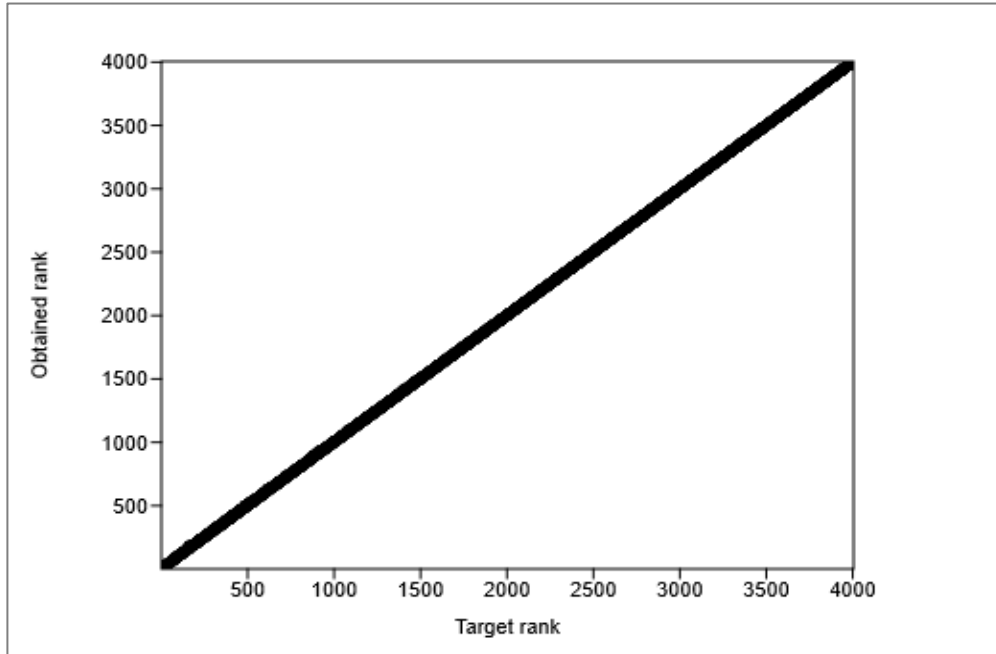


Şekil 24. Yaşam kalitesi anketleri değişkenlerinden oluşan non-metrik ÇBÖ modeline ait Koordinat 1–2 düzlemindeki saçılım grafiği (mavi daire: nodül, kırmızı kare: polip, sarı elmas: kist, yeşil üçgen: paralizi.).



Şekil 25. Yaşam kalitesi anketleri değişkenlerden oluşan non-metrik ÇBÖ modeline ait Koordinat 2–3 düzlemindeki saçılım grafiği (mavi daire: nodül, kırmızı kare: polip, sarı elmas: kist, yeşil üçgen: paraliz.).

Shepard diyagramı incelendiğinde (Şekil 28) doğrusallık izlendiğinden, stres düzeyi ile uyumlu olarak modelin sıralı uygunluğu yüksek düzeydedir.

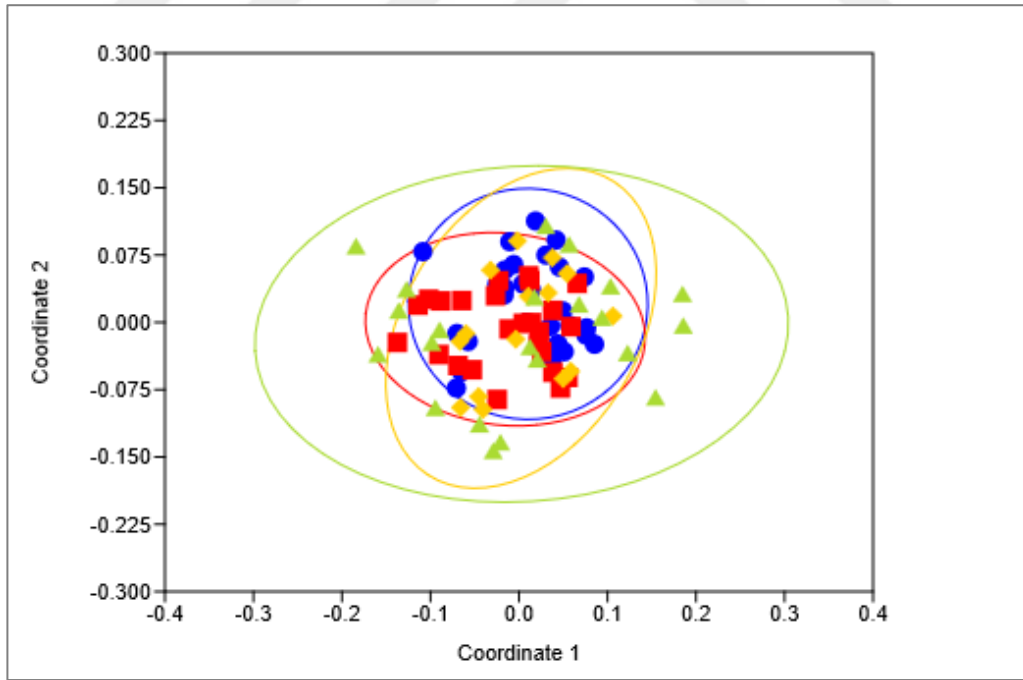


Şekil 26. Yaşam kalitesi anketleri verilerine ait verilerle oluşturulan non-metrik ÇBÖ analizine ait Shepard diyagramı.

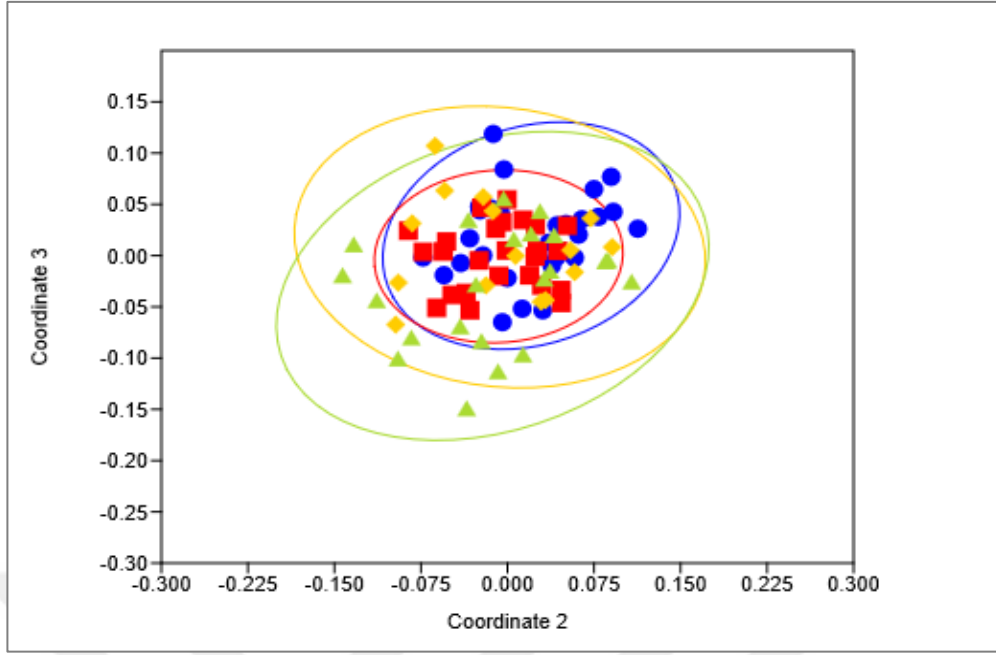
4.3.3. Olguların demografik, alışkanlık, klinik ve yaşam kalitesi anket bulgularına ait tüm değişkenleri içeren ÇBÖ modeline ait analiz bulguları

Tüm değişkenlerin dahil edildiği çok boyutlu modelde stres değeri 0,2032 olarak bulunmuştur. Bu değer, iki boyutlu düzlemde yapılan temsili sınırlı fakat kabul edilebilir düzeyde göstermektedir. Eksen 1 toplam varyansın %49,8'ini, eksen 2 ise %16,1'ini açıklamaktadır. İlk iki eksenin birlikte açıklama gücü %65,9'dur.

Bu analizde grafik düzlemde belirgin bir kümelenme izlenmese de (Şekil 29-30), paralizisi grubu yine diğer üç gruptan biraz daha ayırık ve periferik bölgede konumlanmıştır, bu bulgu paralizinin genel klinik ve fonksiyonel profilinin farklı olduğunu destekler. Diğer gruplar, özellikle polip ve nodüller daha iç içe geçmiş bir görünüm sergilemiştir. Polipler boyut 2'de, paraliziler de boyut 3'de orijinin altında kümelenirken, diğer gruplarda ayrışma kaybolmuştur. Çok sayıda değişkenin aynı anda modele girilmesiyle oluşan bilgi gürültüsü, özellikle ayırıcı gücü düşük demografik/alışkanlık verilerinin etkisiyle modelin seçici temsil yeteneğini düşürdüğü anlaşılmaktadır.

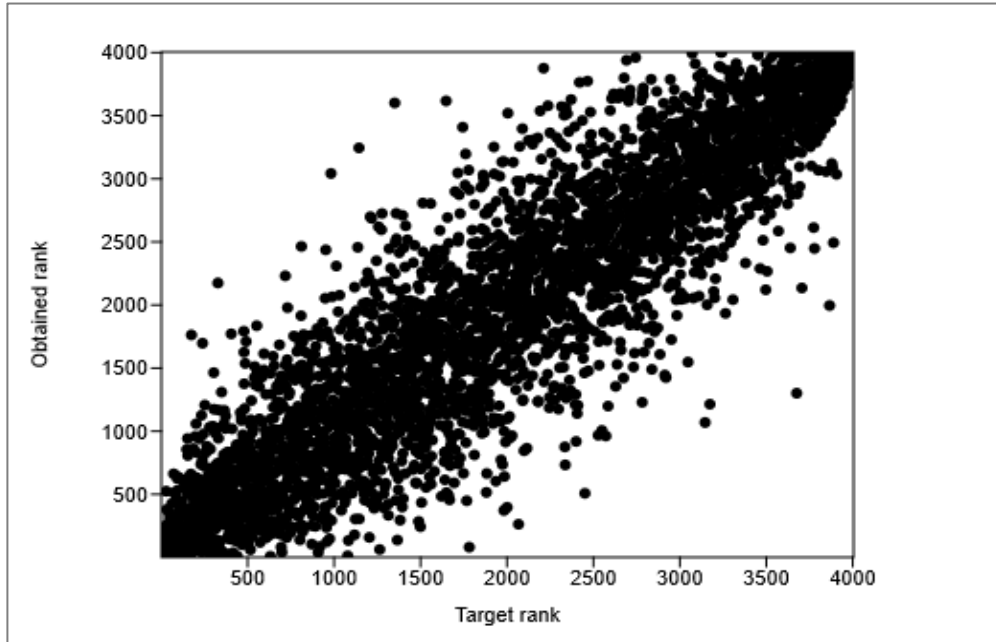


Şekil 27. Demografik, alışkanlık, akustik ses analizi ve yaşam kalitesi anketleri değişkenlerine ait verilerden oluşturulan non-metrik ÇBÖ modeline ait Koordinat 1–2 düzlemindeki saçılım grafiği (mavi daire: nodül, kırmızı kare: polip, sarı elmas: kist, yeşil üçgen: paralizisi.).



Şekil 28. Demografik, alışkanlık, akustik ses analizi ve yaşam kalitesi anketleri değişkenlerine ait verilerden oluşturulan non-metrik ÇBÖ modeline ait Koordinat 2–3 düzlemindeki saçılım grafiği (mavi daire: nodül, kırmızı kare: polip, sarı elmas: kist, yeşil üçgen: paralizi.).

Shepard diyagramı incelendiğinde (Şekil 31) veriler genel olarak sıralı benzerlikleri korumaktadır, ancak düşük ayrışma ve sapmalar izlenmektedir.



Şekil 29. Demografik, alışkanlık, akustik ses analizi ve yaşam kalitesi anketleri değişkenlerine ait verilerle oluşturulan non-metrik ÇBÖ analizine ait Shepard diyagramı.

Cinsiyet işaretli ÇBÖ modellerine yönelik özet Tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 8. Cinsiyet İşaretli ÇBÖ Analizleri

Model	R^2	Açıklayıcılık	Stres	Patoloji Ayrımı
Demografik/alışkanlık özellikleri	0,70	Orta	0,1901	Orta
Akustik ses ve yaşam kalitesi	0,98	Çok güçlü	0,0162	Güçlü
Akustik ses analizi	>0,99	Çok güçlü	0,0028	Çok güçlü
Yaşam kalitesi	0,94	Çok güçlü	0,0015	Çok güçlü
Tüm değişkenler	0,66	Orta	0,2032	Zayıf

Bu bölümdeki bulguları özetlersek;

1) Demografik/Alışkanlık Değişkenlere Dayalı Analiz: Demografik ve alışkanlık özelliklerinin vokal kord hastalıklarının klinik tanı ayırımı yapma gücü düşüktür.

2) Akustik Ses ve Yaşam Kalitesi Verilerine Dayalı Analiz: Paralizi grubu diğerlerinden ayrılmıştır. Paralizi ve kistler dağınık, polipler ve nodüller ise kendi içlerinde birbirine yakın, orijinin sağında ve solunda konumlanmıştır.

3) Akustik Ses Verilerine Dayalı Analiz: Paraliziler net ayrılmış, nodül, polip ve kist grupları kısmen birbirine yakın konumlanmıştır. Polipler ve nodüller ise, orijinin sağında ve solunda kalmıştır. Cinsiyet faktöründen bağımsız, akustik parametreler, vokal kord lezyonları açısından güçlü ayırt edici özellik taşımıştır.

4) Yaşam Kalitesi Verilerine dayalı Analiz: Vokal kord paralizileri ve kistler diğer gruplardan yer yer uzaklaşmış, nodül ve polip grupları kendi içlerinde kümelenerek benzer konumlanmıştır. Yaşam kalitesi etkileri açısından vokal kord paralizileri ve benign lezyonları arasında bir farklılık izlenmemiştir, uyum mevcuttur.

5) Demografik, Alışkanlık, Akustik Ses ve Yaşam Kalitesi Verilerine Dayalı Analiz: Ayrışma silikleşmiştir. Özellikle paralizi grubu ve yer yer kist grupları periferde de konumlanmış görünmektedir. Bilgi gürültüsü kümelenmeyi azaltmıştır.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada, tek taraflı vokal kord nodülü, polipi, kisti ve paralizisi tanısı alan bireylerin demografik, alışkanlık, klinik, akustik ses analizi ve yaşam kalitesi verileri çok boyutlu non-metrik ÇBÖ yöntemi ile analiz edilmiştir. Cinsiyet işaretli analizlerde, özellikle akustik parametreler ile yaşam kalitesi anket puanlarının birlikte değerlendirildiği modellerin yüksek temsil gücüne sahip olduğu ve bireylerin cinsiyete göre kümelenecek ayrışma gösterdiği saptanmıştır. Sadece akustik verilere dayalı modelde ise cinsiyet farklılıkları en net şekilde ayrılmış, paralizisi ve kist tanılı bireylerin farklı konumlandığı görülmüştür. Cinsiyet işaretli analizlerde, paralizisi grubunun hem akustik hem yaşam kalitesi boyutunda diğer patolojilerden uzaklaştığı, nodül, polip ve kist gruplarının ise birbirine daha yakın konumlandığı, ancak kistlerin de yer yer heterojen dağıldığı gözlemlenmiştir. Bu bulgu vokal kord paralizilerinin fonksiyonel profilinin farklı olduğunu destekler. Özellikle polip ve nodüllerin daha iç içe geçmiş bir kümelenecek sergilemeleri, patogenezi açısından ön-orta 1/3'de konumlanmaları ve epitelin daha yüzeğinde seyretmeleri ile ilişkili olabilir. Karma modellerde bilgi gürültüsü nedeniyle kümelenecek zayıflamış olsa da, akustik ve öznel değerlendirmelerin ayrı modellenmesinin grupları daha iyi ayırt ettiği gösterilmiştir.

Bu tez çalışmasında non-metrik ÇBÖ yönteminin tercih edilmesinin temel gerekçesi, incelenen veri setinin karmaşık ve heterojen yapıda olmasıdır. Kullanılan değişkenler arasında sürekli değişkenler (yaş, akustik ses analizi değişkenleri), ordinal değişkenler (yaşam kalitesi ölçekleri) ve nominal (cinsiyet, çalışma durumu, sigara kullanımı, konuşma alışkanlığı, günlük su kullanımı) türde değişkenler bulunmaktadır. Bu nedenle, metrik varsayımlara dayalı analizlerin yanıltıcı olabileceği, özellikle benzerlik matrisleri üzerinden yapılan ordinal sıralamaların daha uygun olduğu değerlendirildiğinden; non-metrik ÇBÖ yöntemi uygulanmıştır.

Non-metrik ÇBÖ, veri noktaları arasındaki sıralı benzerlikleri koruyarak çok boyutlu yapıyı iki veya üç boyutlu düzleme indirirken, R^2 değeri ile modelin temsil gücünü ve stres değeri aracılığıyla bu indirgeme işleminin kalitesini de sayısal olarak değerlendirme olanağı sağlar. Ayrıca Shepard diyagramları aracılığıyla modelin orijinal veri yapısını ne ölçüde koruduğu da görsel olarak doğrulanabilmektedir. Bu yönüyle esnek ve güçlü bir çok değişkenli analiz olan non-metrik ÇBÖ yöntemi ile yapılan bu çalışma, sağlık ve tıp alanında literatürde sınırlı sayıda olan

benzerlik/farklılık çalışmalarına katkı sunacaktır.

Benign vokal kord patolojileri, kötü huylu tümörler dışındaki vokal kord yapı veya hareketlerini etkileyen patolojilerdir. Benign vokal kord lezyonları nodül, polip, papilloma, polipoidal dejenerasyon (Reinke ödemi) ve kistlerdir. Bu lezyonların oluşum sürecinde sesin kötüye kullanılması, sesin aşırı veya yanlış kullanılması, üst solunum yollarının kronik enfeksiyonları, alerji, sigara içme ve gastroözofageal reflü gibi sorumlu olabilir (Altman, 2007; McGlashen, 2008). Ses bozuklukları iletişim engeline yol açarak psikososyal sorunlara ve yaşam kalitesinin bozulmasına yol açmaktadır (Halawa, Perez, & Antonio, 2011; Murry, & Rosen, 2000). Bu patolojilerin akustik ses analizleri ve yaşam kalitesiyle ilişkili etkileri üzerine lezyonların tanı ve tedavi sürecini de içeren çokça bilimsel çalışma bulunsa da, çok değişkenli analizlerden ÇBÖ ile bu lezyonların demografik, alışkanlık, klinik ve yaşam kalitesi özelliklerini değerlendiren bir çalışmaya literatürde rastlanmamaktadır.

Çok değişkenli istatistiksel yöntemlerden biri olan çok boyutlu ölçekleme analizi bir boyut indirgeme tekniği olarak kullanılsa da, nesnelere ya da bireylerin aralarındaki farklılıkları veya benzerlikleri sıralayan ve verinin bağıllık yapısının incelenmesine yardımcı olan bir tekniktir. Örneğin, bir coğrafik bölgede yerleşim yerlerinin (il, ilçe, kasaba) birbirlerine yakınlıklarını, idari yapı bakımından birbirleri ile olan ilişkilerini ve ulaşım, erişim, denetleme açısından uygun bir yapılanma ortaya koymak için yerleşim birimlerinin ele alınan özellikler bakımından benzerlik ya da farklılıklarını rasyonel biçimde ifade edebilmek için çok boyutlu ölçekleme analizinden yararlanır. Sağlık bilimlerinde de çalışmalarda benzerlik ve farklılık belirleme konusunda kullanılabilecek bir sınıflama yöntemi olabilir (Ionescu, Machado, & De Keyser, 2011). Ses Hastalıkları konusunda literatürde bulunan çalışmalardan ilki 1991 yılında disfonik ses özelliklerinin dinleyiciler tarafından nasıl algılandığı ile ilgili bir çalışmadır (Kempster ve ark., 1991). Sonraki yıllarda yine sesin algılanması ile ilgili sınırlı birkaç çalışma mevcuttur (Stone, & Erickson, 2023).

Klasik ölçeklendirme eşitliğin sağlanması ile noktaların konfigürasyonunu bulmak mümkündür. En küçük kareler ölçeklendirmesi ise, uzaklıkları dönüştürülmüş benzemezliklerle eşleyen monoton bir fonksiyondur. Tek boyutlu ölçeklendirmede, nesnelere temsil eden noktaların konfigürasyonu sadece tek boyutta aranır. Tek boyut, sadece analizde kullanılacak nesnelere sıralar. Çok boyutlu ölçeklendirmenin özel bir

durumudur. Benzemezlik dönüşümünün metrik yapısı kaybolmuşsa metrik olmayan çok boyutlu ölçeklemeye geçilir. Böylece benzemezliğin rank sırası dönüşümle korunmuş olur. De Leeuw tarafından 1977’de önerilen karmaşık fonksiyonların optimizasyonu ile ölçekleme algoritması, hem metrik hem de metrik olmayan uygulamalarda kullanılabilir (De Leeuw, 1977). Metrik olmayan ifadesi analize giren verilerin ordinal ilişkileri içermesine karşın analizden çıkan verilerin metrik olması veya en azından aralıklı ölçekle ölçülmüş veri olması anlamına gelmektedir.

Metrik olmayan ÇBÖ, özellikle subjektif verilerin analizinde önemli avantajlar sağlar. Anketlerde elde edilen “daha çok benziyor”, “az benziyor” gibi göreceli yargıların analizinde sayısal uzaklıklardan ziyade sıralamaya sadık kalma prensibiyle çalışır. Metrik olmayan ÇBÖ, metrik olan ÇBÖ’ye göre daha az varsayım gerektirmekte ve çözümlenelerde daha çok tercih edilen yöntem olmaktadır (Özdamar, 2004). Non-metrik ÇBÖ analizinde özdeğerler (eigenvalues) doğrudan verilmez. Klasik metrik ÇBÖ, mesafeleri doğrudan korumaya çalışır ve bu işlem genellikle özdeğer ayrıştırması (eigen decomposition) yoluyla yapılır. Bu nedenle klasik metrik ÇBÖ çıktısında özdeğerler, her bir boyutun veride ne kadar varyans açıkladığını gösterir. Non-metrik ÇBÖ ise yalnızca sıralı (ordinal) mesafe bilgilerini kullanır. Dolayısıyla non-metrik ÇBÖ’de amaç, mesafelerin büyüklüğünü değil, sıralamasını korumaktır. Bu sebeple analiz, iteratif algoritmalarla (örn. Kruskal’ın stres fonksiyonu minimizasyonu) yapılır (Borg, & Groenen, 2005; Kruskal, & Wish, 1978). Bu çalışmada sürekli, nominal ve ordinal değişkenlerin hepsini bir modele koyabilmek açısından ve ayrı modeller analiz edildiği vakit de analizi yorumlamada yöntemsel farklılık olmaması açısından tüm ÇBÖ analizleri non-metrik yöntemle uygulanmıştır.

Klasik ÇBÖ çıktısında her boyut (dimension) için bir özdeğer hesaplanır. Bu değerler, o boyutun verinin genel varyansını (dağılımını) ne kadar açıkladığını gösterir. Yüksek özdeğer, ilgili boyutun verinin yapılandırılmasında önemli olduğunu gösterir. Genellikle ilk iki boyut en yüksek özdeğerlere sahip olur ve bu yüzden 2D grafikler üzerinden görselleştirme yapılır. Ancak, eğer üçüncü boyutun özdeğeri de kayda değer büyüklükteyse, 3D grafiklerle daha derin analiz yapılabilir. Non-metrik ÇBÖ’de ise özdeğerler değil varyanslar, R^2 değerleri ve stres değerleri boyut belirlemede kullanılır (Borg, & Groenen, 2005; Özdamar, 2004; Sığırlı ve ark., 2006).

Stres değerinin 0.2'nin altında olması, analiz sonucunun gcl yorumlanabilir olduğunu gösterir. Stres > 0.2 ise verilerin iki boyutta temsil edilmesinde anlamlı bilgi kaybı var demektir; bu durumda ya daha fazla boyut (rneğin 3D) denenebilir (Clarke, 1993; Kruskal, 1964). Bu çalışmada da daha sağlıklı stress değerleri elde edilmesi açısından hem 2 boyutlu hem de 3 boyutlu modelleme ile n çalışmalar yapılmıştır. nc boyutun R² değerlerinin analizi gclendirdiği ve 3D boyut seçilmesi durumunda daha düşük stres değerleri elde edildiği görüldüğünden 3D boyutta B uygulanmıştır.

Modelin daha gcl, stres değerlerinin daha düşük olması için yapılabilecek bir diğer çözüm, B analizi öncesi tüm değişkenlere tek değişkenli analizlerle veya korelasyon analizi ile ön işleme (değişken azaltma, normalize etme) uygulanmasıdır. Örneğin, özellikle çok yüksek korelasyonlu değişkenleri azaltarak, en yüksek korelasyonlu olanı bırakıp diğerini analizden çıkararak daha anlamlı değişkenin seçimi yapılabilir (Borg, & Groenen, 2005; Cox, & Cox, 2001; Hair, Black, Babin, & Anderson, 2019; Legendre, & Legendre, 2012). Bu çalışmada 90 hastanın veri kayıt formlarındaki demografik, alışkanlık, klinik, akustik ses analizi ve yaşam kalitesine yönelik toplam 25 değişkene ait veriler SPSS programına aktarılmıştı. Biz korelasyon analizinde aralarında yüksek korelasyon çıkan konuşma alışkanlığı ve boğaz temizleme sıklığı değişkenlerinden birini değişken olarak aldık. Yine reflü tipi beslenme ile RSİ arasındaki gcl doğrusal ilişki nedeniyle değişkenlerden birini analize aldık. Akustik ses analizi sonucu elde ettiğimiz ölçütlerden literatürde de en sık kullanılan ve aralarında doğrusal bağıntı bulunmayanları analize aldık. İlginç olarak ikisi de ses ilişkili yaşam kalitesi anktei olmasına karşın SHİ ve S-İYKA cevapları arasında analizi bozacak düzeyde yüksek korelasyon ilişkisi olmadığından yaşam kalitesi anketlerinin n de analize aldık. Sonuç olarak 16 değişken, bazı analizlerde gruplanarak ve nihayetinde tümü katılacak şekilde non-metrik B analiz modellerine alınmış oldu.

Grupların uzaysal olarak birbirinden ayrışmış şekilde kümelenmesi, veri yapısının gruplar arası farklılıkları doğru yansıttığını göstermektedir. Aynı gruptaki bireylerin grafik düzlemde birbirine yakın konumlanması ise grup içi yapısal benzerlik ve içsel tutarlılık açısından yorumlanabilir (Everitt, & Howell, 2005). PAST programında renklendirme kullanmak (rneğin her lezyon grubu için farklı renk kullanmak, her

örnek için cinsiyet açısından renk etiketi oluşturmak), bu kümelenmeyi görsel olarak çok daha net ortaya koyar. Biz de çalışmamızda cinsiyetin özellikle akustik ses analizi bulgularındaki etkisini görsel çıktılar sayesinde belirgin bir şekilde tespit etmiş olduk.

Örneğin, akustik ses analizlerinde cinsiyet etiketlerinin dağılımı kümeleşme gösterirken, tüm örnekleme hangi olgu kadın hangi olgu erkek bilmeden sadece patolojinin tipine göre çıkarımlar yapılabilmektedir. Bu çalışmada, cinsiyet işaretli analizlere ait grafikleri, cinsiyet işaretli olmayan analizlere ait grafiklerle karşılaştırmak mümkün olmuştur.

Grafiklerdeki uzaysal dağılım kümelenmeyi gösterirken; Shepard plot, hedef sıralamalar (target rank) ile elde edilen sıralamalar (obtained rank) arasındaki ilişkiyi gösterir. Bu grafik, ÇBÖ çözümünün orijinal uzaklık sıralarını ne kadar doğru yansıttığını ölçmek için kullanılır. Noktaların ideal olarak diagonal ($y = x$) çizgisine yakın sıralanması beklenir. Bu sıralanmanın x ve y eksenine doğru dağılması ve doğrusallıktan uzaklaşması, ÇBÖ çözümünün sıralı benzerlikleri kısmen koruyabildiğini ve çok dağılması durumunda koruyamadığını gösterir (Sığırlı ve ark., 2006).

Çalışma bulguları incelendiğinde, analizde kullanılan cinsiyet dışındaki demografik ve alışkanlık değişkenlerinin vokal patoloji gruplarını ayırt etmede bir ayırım gücüne sahip olmadığı düşünüldü. Grafik üzerinde cinsiyet temelli dağılımlar gözlemlendiğinde, yaşam kalitesi anket skorlarına yönelik analizlerde, kadın olguların kadın olguların lezyon tipinden bağımsız olarak daha geniş bir alana yayılmış olduğu görülmektedir. Bu bulgu, kadın bireylerin öz bildirimine dayalı anketlerde daha yüksek semptom yükü bildirme eğiliminde olabileceğini ve yaşam kalitesi skorlarındaki dağılımın cinsiyetle ilişkili olarak farklılaşabileceğini düşündürmektedir.

Hunter ve ark.yaptığı bir çalışmada, kadınların ses problemleri yaşama oranının erkeklere göre yaklaşık iki kat daha fazla olduğu ve ses kliniği başvurularının %76'sını kadınların oluşturduğu belirtilmiştir (Hunter, Tanner, & Smith, 2011). Marchese ve ark. yaptığı bir çalışmada, kadınların ses bozuklukları prevalansının erkeklere göre daha yüksek olduğu ve tedavi öncesi sesle ilgili yaşam kalitesi skorlarının daha kötü olduğu bulunmuştur (Marchese ve ark., 2022). Bu çalışmadaki bulgular incelendiğinde de, kadınların vokal sağlığına ilişkin subjektif değerlendirmelerde daha yüksek semptom bildirme eğiliminde oldukları düşünüldü.

Yine, cinsiyetin akustik ses analizi ve yaşam kalitesi açısından belirleyici bir faktör olabileceği, ancak bu durumun diğer değişkenlerle etkileşim içinde değerlendirildiğinde anlamlı olduğunu gösteren bulgular saptanmıştır. Analizden çıkan örüntü, ses frekansı ve diğer akustik değişkenlerin biyolojik cinsiyetle ilişkili olduğunu göstermektedir. Literatürle uyumlu olarak, akustik parametrelerde kadın bireylerin daha yüksek temel frekans ve jitter değerlerine sahip olması, erkeklerde ise shimmer ve GHO'nun öne çıkması, ses parametrelerinin biyolojik cinsiyet farklılıklarıyla paralel olduğunu ortaya koymuştur (Awan, 2006).

Grafiksel değerlendirmede, özellikle akustik ses analizi verilerini içeren analizlerde paralizisi olgularının uçlara yerleştiği, buna karşın nodül, polip ve kist gruplarının daha orta bölgelerde ve birbirine yakın konumlandığı izlenmiştir. Yaşam kalitesi verilerini içeren analizlerde ise kistlerin daha geniş saçılım yaptığı izlendi. Nodüller daha fibrotik yapıda olup, vokal kord serbest kenarı yerleşimlidirler ve özellikle bilateral olduklarında akustik ses özelliklerini ve yaşam kalitesini olumsuz etkilerler. Kistler ise buldukları yere (subepitelyal) ve yayılıma göre yaşam kalitesini değişik düzeylerde etkileyebilirler (Byeon, & Kim, 2016).

Yaşam kalitesi ve akustik ses analizleri ayrı ayrı ve birlikte değerlendirildiklerinde, hastalık tiplerinin farklı yönde konumlandığı dikkati çekmiştir. Bu durum, yaşam kalitesinin akustik ses analizi bulgularından doğrudan etkileyemeyebildiğini veya öz bildirim ölçeklerine farklı yansıdığını düşündürmektedir. Benign vokal kord lezyonları ile karşılaştırıldığında, vokal kord paralizisi olan bireylerde ses kalitesinin daha belirgin şekilde bozulduğu ve SEİ skorlarının daha yüksek olduğu literatürde de gösterilmişti (Kovacic, & Rogelj, 2011). Vokal kord mobilite bozukluklarının yanısıra, vokal kord kistleri gibi yapısal lezyonların da yaşam kalitesini etkilemiş olduğu bu çalışma ile de görülmüş oldu.

Tüm değişkenlerin birlikte modele dahil edildiği analizlerde ise stres değerinin yeniden 0,20'nin üzerine çıktığı ve bu durumun modelin ayrıştırıcı gücünü azalttığı görülmüştür. Vokal kord polipi ve kistler daha merkezde, nodül ve paraliziler daha çevresel dağılım gösterse de, demografik ve alışkanlık değişkenlerinin klinik tanı gruplarını ayrıştırmadaki etkisinin sınırlı olduğu değerlendirilmiştir. Bilgi gürültüsünün artmasıyla bazı ayrışmaların belirsizleştiği, özellikle patoloji temelli örüntülerin baskılandığı anlaşılmıştır. Bu nedenle, değişken kümelerinin ayrı ayrı

değerlendirilmesi, modelin açıklayıcılığını artırmıştır. Özellikle akustik parametrelerle oluşturulan modelde nodül ve paralizisi gruplarının farklı uçlara yerleştiği; polip ve kist gruplarının ise daha yakın konumlandığı gözlenmiştir. Bu analiz, akustik ve anket temelli sürekli değişkenlerin klinik grupları güçlü biçimde ayırt edebildiğine işaret etmektedir. Aynı zamanda, sesin doğasında yer alan heterojenliği ve bazı patolojilerin akustik temsillerinin klinik benzerliklerden farklılaşabileceğini göstermektedir.

Değişken sayısının artmasıyla birlikte çok değişkenli analizlerde modelde bilgi gürültüsünün arttığı, bazı değişkenlerin diğerlerini maskeleyerek ayırışmayı azalttığı değerlendirilmektedir (Guyon, 2003). Bu nedenle, bu çalışmada da tanısal ayırım açısından yüksek katkı sağlayan değişkenlerin (örneğin akustik analiz ve yaşam kalitesi anketleri) ayrı ayrı değerlendirilmesinin daha anlamlı olacağı düşünüülerek, çalışmanın yürütülmesi sırasında değişken tipine uygun çok sayıda modelleme yapılmasına karar verilmiştir.

Çok boyutlu istatistiksel yöntem ile ses bozukluklarına yaklaşıma yönelik az sayıda çalışma bulunmaktadır. Ayrıca, çoğu metodolojik olarak bu tez çalışmasından oldukça farklı olup ancak makale başlığında ve metodunda çok boyutlu kelimesini kullanan birçok bilimsel çalışmaya rastlanabilir. Yaşlanmaya bağlı vokal fold atrofisi olan 16 hastada, vokal fonksiyon egzersizlerinin (VFE) etkinliğinin çok boyutlu analizle değerlendirildiği belirtilmiştir (Kaneko ve ark., 2015). Fonksiyonel disfoni ve minör anatomik lezyonlarda grup ses terapisinin etkinliğini araştırmak amacıyla fonksiyonel disfoni ve minör anatomik vokal fold patolojileri olan 34 kadın hastada yapılan bir çalışmada, grup ses terapisinin etkinliği çok boyutlu bir protokolle değerlendirildiği anlatılmıştır (Cantarella ve ark., 2017). Unilateral vokal fold paralizisi olan hastalarda, otolog adipöz doku (AAT) ve kalsiyum hidroksiapatit (CAHA) enjeksiyonlarının kısa ve uzun vadeli etkilerini araştıran retrospektif bir çalışmada ses kalitesini değerlendirmede çok boyutlu yöntem kullanılmıştır (Mes ve ark., 2022). Yine, benign vokal kord lezyonları (Reinke ödemi, kist, jelatinöz polip) olan 65 hastada, ses terapisi öncesi ve sonrası ses değişiklikleri çok boyutlu bir protokolle değerlendirilmiştir (Schindler ve ark., 2013). Brezilya'da yapılan prospektif bir çalışmada, kanser nedeniyle gelişen unilateral vokal fold paralizisi olan 61 hastada, ses terapisinin kısa, orta ve uzun vadeli etkileri çok boyutlu bir değerlendirme protokolü ile incelenmiştir (Barcelos ve ark., 2018).

Ancak, bu çalışmaların hiçbirinde kullanılan çok boyutlu yöntem ÇBÖ yöntemi değildir. Aslında çok boyuttan kastedilen analiz tekniğinden ziyade olguların çok yönlü değerlendirmesidir (subjektif değerlendirmede GRBAS, VHI, V-RQOL; akustik analizde F0, jitter, shimmer, NHR; Aerodinamik ve VLS bulguları gibi parametrelerin birlikte incelenmesi). Bu çalışmalar (Barcelos ve ark., 2018; Cantarella ve ark., 2017; Kaneko ve ark., 2015; Mes ve ark., 2022; Schindler ve ark., 2013) istatistiksel olarak boyut indirgeme veya uzamsal örüntü çıkarımı içermez, kullanılan analizler tek değişkenli analizler (Kruskal Wallis, ANOVA, t-test...), korelasyon veya regresyon analizi gibi analizlerdir.

Özellikle ses verileri gibi biyolojik ve öznel farklılıkların yoğun olduğu veri türlerinde ÇBÖ yönteminin başarıyla kullanılabildiği birkaç çalışmada gösterilmiştir (Erickson, 2003; Kreiman, & Gerratt, 1996; Tatz, Peynircioğlu, & Brent, 2020; Zraick ve ark., 2000). Kreiman ve Gerratt patolojik ses kalitesinin algısal boyutlarını araştıran çalışmalarında, metrik-ÇBÖ yöntemi kullanmış ve analiz sonucunda patolojik ses kalitesinin algısal olarak değerlendirilmesinde en baskın boyutlar olarak nefeslilik (breathiness), pürüzlülük (roughness) ve gerginlik (strain) gibi önemli parametreler ortaya çıkmıştır (Kreiman, & Gerratt, 1996). Çeşitli kadın sesleri dinletilen ve dinleyicilerin "benzer" ya da "farklı" olarak algıladığı sesleri metrik-ÇBÖ ile değerlendiren bir çalışmada, grafik düzlemde kümelenmeler gösteren dinleyici kaynaklı gruplar saptayarak, ses türlerinin sınıflanmasında ÇBÖ'nin kullanılabilişliği desteklenmiştir (Erickson, 2003). Hiper/hiponazaliteye sahip konuşma örneklerinin, dinleyiciler tarafından nasıl algılandığını öznel benzerlik temelli bir düzlemde modellemeyi amaçlayan bir çalışmada, metrik-ÇBÖ yöntemi, nazal ses kalitesini açıklayan bağımsız algısal boyutların ortaya çıkarılmasında etkili bir araç olarak değerlendirilmiştir (Zraick ve ark., 2000). Tatz ve ark yaptıkları çalışmada, katılımcıların yüz ve ses eşleşmelerine dayalı 'kişisel ayırt edicilik (distinctiveness)' yargılarını grafiksel bir düzlemde temsil etmek ve görsel-işitsel bilgilerin birey tanıma sürecindeki bütünleşmesini incelemek amacıyla metrik-ÇBÖ yöntemi kullanılmıştır. Analiz sonucunda hem ses hem de yüz alanları, ayrı ayrı kişisel ayırt ediciliğe katkı sağlamış; ancak birlikte değerlendirildiklerinde kombine model, bireysel ayırımı daha yüksek doğrulukla tahmin etmiştir (Tatz, Peynircioğlu, & Brent, 2020).

Metrik-ÇBÖ ile yapılan bu çalışmalardan başka, non-metrik ÇBÖ ile yapılan bir çalışmada, katılımcılar tarafından dinlenen ses örneklerinin serbest sınıflandırma temelli olarak gruplanması amaçlanmış ve elde edilen benzerlik matrisleri, çok boyutlu analiz teknikleriyle değerlendirilmiştir. Non-metrik ÇBÖ'ye ek olarak küme analizi ve bazı örüntü çözümlene yöntemleriyle sınıflandırma örüntüleri modellenmiştir. Temel frekans (F_0), rezonans ve konuşma tarzı gibi akustik özelliklerin, cinsiyet algısına etki eden ana parametreler olduğu saptanmıştır (Merritt, Bent, Kilgore, & Eads, 2024). Bu tez çalışmasında da cinsiyet işaretlemenin, cinsiyet işaretsiz yapılan analizlerin yorumlanmasında sebep olacağı sorunları ortadan kaldırdığı görülmüştür.

Bu çalışmada kullanılan non-metrik ÇBÖ analiz yöntemi, benign vokal kord patolojilerinin tanısal değerlendirilmesine katkı sağlayabilecek, değişkenleri bütüncül değerlendirmeye olanak tanıyan bir model sunmuştur. Bu yönüyle hem klinik gözlemlerin hem de öz bildirim ölçeklerinin çok boyutlu olarak analizine imkan vermiş ve klinik grupların ayrışmasına dair görsel ve sayısal kanıtlar üretmiştir. Özellikle ses sağlığına ilişkin planlanacak bilimsel çalışmalarda, demografik, alışkanlık, klinik, akustik ses özellikleri ve yaşam kalitesi anketlerinin non-metrik ÇBÖ yöntemiyle bütünüyle değerlendirilmesi, gelecek tanısal algoritmalara ışık tutabilecek niteliktedir.

Demografik ve alışkanlık verileri temelinde yapılan analizde, cinsiyet işaretlenen analizlerde stres değeri sınırdan bir uygunluk düzeyine işaret etmiş, ancak cinsiyete göre kümelenme gözlenmiştir. Bu durum, cinsiyet dışındaki yaş, çalışma durumu ve konuşma alışkanlıkları gibi sosyo-demografik özelliklerin vokal kord lezyonları açısından ayırt edici olmadığını ortaya koymuştur. Buna karşın, yalnızca akustik ses parametreleri kullanıldığında elde edilen model oldukça düşük stres değeri ile yüksek uyum göstermiştir. Özellikle temel frekans (F_0), Jitter, Shimmer ve GHO gibi parametrelerin, klinik gruplar arasında anlamlı farklara yol açtığı görülmüştür. Grafik düzlemde, nodül ve kist gruplarının belirgin biçimde ayrışması, bu parametrelerin tanısal ayırt ediciliğini desteklemektedir.

Yaşam kalitesi anket puanları temelinde oluşturulan modelde de benzer şekilde çok düşük stres değeri izlenmiş, klinik gruplar arası ayrışma belirginleşmiştir. Özellikle vokal kord paralizisinin diğer gruplardan uzaklaştığı, kistlerin de yer yer dağıldığı ancak nodül ve polip gruplarının ise daha yakın konumlandığı gözlenmiştir. Bu durum, sesle ilgili öznel şikâyetlerin, vokal kord lezyonlarının fizyolojik etkilerini

tam olarak yansıtmadığını göstermektedir. Tüm değişkenlerin birlikte modele dahil edildiği analizlerde ise stres değeri yine sınırdan kalmış ve çok sayıda değişkenin eşzamanlı kullanımı modelde bilgi gürültüsüne yol açarak gruplar arası ayrışmayı azaltmıştır. Özellikle demografik ve alışkanlık değişkenlerinin modele dahil edilmesiyle, akustik ve yaşam kalitesi temelli güçlü ayrımların bulanıklaştığı izlenmiştir. Bu nedenle, karma verilerle yapılan ÇBÖ analizlerinde öncelikli olarak yüksek ayırt edicilik taşıyan sürekli değişkenlerin kullanılması önerilmektedir.

Cinsiyet farklılığı özellikle akustik parametrelerde grafik düzlemde ayırık kümelenmeye neden olmuştur. Kadın bireylerin orijininin bir tarafında kalması muhtemelen daha yüksek temel frekans ve Jitter değerlerine sahip olması ile ilgili iken, erkeklerin diğer tarafta kalması ise Shimmer ve GHO açısından olan farklılıklarından kaynaklanıyor olabilir. Bu da, cinsiyetin ses biyofiziği açısından anlamlı bir faktör olarak dikkate alınabileceğini göstermektedir. Bu ayrışmaları post-hoc korelasyon veya regresyon analizleri ile ayrıca değerlendirmek mümkündür.

Sonuç olarak; bu çalışma, tek taraflı vokal kord paralizisi ve benign lezyonlarına sahip bireylerin demografik, alışkanlık, akustik ve yaşam kalitesi özellikleri açısından bütüncül değerlendirildiğinde, cinsiyet ve akustik ses özelliklerinin klinik tanı gruplarına göre farklı örüntüler sergileyebileceğini ortaya koymuştur. Ses bozukluklarının hem objektif hem subjektif bileşenlerinin ÇBÖ ile değerlendirilmesinin; daha önce literatürde farklı cinsiyette olguların aynı analizlerle değerlendirilmesinde yaşanan sorunlar için çözüm olabileceği, bireyselleştirilmiş ses terapisi planlaması ve klinik sınıflandırmaların iyileştirilmesi açısından önemli katkılar sağlayabileceği ve özellikle akustik ses özellikleri ve yaşam kalitesi parametreleriyle güçlü temsiliyet sağladığı gösterilmektedir. Çok boyutlu ölçekleme yöntemi ile ve karma veri setiyle gerçekleştirilmiş nadir örneklerden biri olması nedeniyle literatüre katkı sunmaktadır.

6. KAYNAKLAR

- Akbulut, S., Aydinli, F. E., Kuşçu, O., Özcebe, E., Yilmaz, T., Rosen, C. A., & Gartner-Schmidt, J. (2020). Reliability and validity of the Turkish reflux symptom index. *Journal of Voice*, 34(6), 965-e23.
- Alan, S. (2008). *Çok boyutlu ölçekleme yöntemi ve bir uygulama*. [Yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü].
- Altman, K. W. (2007). Vocal fold masses. *Otolaryngologic Clinics of North America*, 40(5), 1091-1108.
- Alpar, R. (2011). *Uygulamalı çok değişkenli istatistiksel yöntemler*. Ankara: Detay Yayıncılık.
- Auer, P., & Gervini, D. (2008). Choosing principal components: a new graphical method based on Bayesian model selection. *Communications in Statistics—Simulation and Computation*, 37(5), 962-977.
- Awan, S. N. (2006). Gender and age-related differences in the acoustic characteristics of voice. *Journal of Voice*, 20(2), 272–282.
- Barcelos, C. B., Silveira, P. A. L., Guedes, R. L. V., Gonçalves, A. N., Slobodtsov, L. D. A. S., & Angelis, E. C. D. (2018). Multidimensional effects of voice therapy in patients affected by unilateral vocal fold paralysis due to cancer. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*, 84(5), 620-629.
- Belafsky, P. C., Postma, G. N., & Koufman, J. A. (2002). Validity and reliability of the reflux symptom index (RSI). *Journal of Voice*, 16(2), 274-277.
- Behrman, A., & Sulica, L. (2020). Voice outcome measures in the treatment of benign vocal fold lesions. *Current Opinion in Otolaryngology & Head and Neck Surgery*, 28(6), 483-488.
- Borg, I., & Groenen, P. J. (2005). *Modern multidimensional scaling: Theory and applications*. New York: Springer Science & Business Media.
- Bray, J. R., & Curtis, J. T. (1957). An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecological Monographs*, 27(4), 325–349.
- Byeon, H., & Kim, J. (2016). Analysis of differences in acoustic characteristics and VHI scores among patients with vocal nodules, polyps, and cysts. *Journal of Voice*, 30(1), 100.e1–100.e6.
- Cantarella, G., Torretta, S., Ferruta, S., Ciabatta, A., Manfredi, C., Pignataro, L., & Dejonckere, P. (2017). Multidimensional assessment of the effectiveness of group voice therapy. *Journal of Voice*, 31(6), 714-721.
- Clarke, K. R. (1993). Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology*, 18(1), 117-143.
- Colakoglu, H. B. (2020). A generalization of the Minkowski distance and new definitions of the central conics. *Turkish Journal of Mathematics*, 44(1), 319–333.
- Cox, T. F., & Cox, M. A. A. (2001). *Multidimensional scaling*. Boca Raton: Chapman and Hall/CRC.
- Davison, M. L. (1983). *Multidimensional scaling*. New York: Wiley.
- De Leeuw, J. (1977). Applications of convex analysis to multidimensional scaling. In *Multivariate analysis IV*. (pp. 133–145). Amsterdam: North-Holland.
- Dejonckere, P. H., Bradley, P., Clemente, P., Cornut, G., Crevier-Buchman, L., Friedrich, G., ... Woisard, V. (2001). A basic protocol for functional assessment of voice pathology, especially for investigating the efficacy of (phonosurgical) treatments and evaluating new assessment techniques: guideline elaborated by the

- Committee on Phoniatics of the European Laryngological Society (ELS). *European Archives of Oto-rhino-laryngology*, 258(2), 77-82.
- Deza, M. M., & Deza, E. (2016). *Encyclopedia of distances* (4th ed.). Springer.
- Erickson, M. L. (2003). Dissimilarity and the classification of female singing voices: A preliminary study. *Journal of Voice*, 17(2), 195-206.
- Ersöz, F. (2008). Türkiye ile OECD ülkelerinin sağlık düzeyleri ve sağlık harcamalarının analizi. *İstatistikçiler Dergisi*, 2, 95-104.
- Everitt, B., & Howell, D. C. (2005). *Encyclopedia of statistics in behavioral science* (vol 3). Chichester: Jon Wiley and Sons Ltd.
- Gower, J. C. (1966). Some distance properties of latent root and vector methods used in multivariate analysis. *Biometrika*, 53(3/4), 325-338.
- Gower, J. C. (1971). A general coefficient of similarity and some of its properties. *Biometrics*, 27(4), 857-871.
- Groenen, P. J. F., & Velden, M. V. (2004). *Multidimensional scaling*. Econometric Institute Report, EI 2004-15.
- Guyon, I. (2003). Elisseeff A. An introduction to variable and feature selection. *Journal of Machine Learning Research*, 3, 1157-1182.
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2019). *Multivariate data analysis* (8th ed.). Boston, MA: Cengage Learning.
- Halawa, W. E., Perez, S. S., & Antonio, C. G. (2011). Measurement of vocal handicap in patients with vocal nodules and functional dysphonias. *Egyptian Journal of Ear, Nose, Throat and Allied Sciences*, 12(2), 121-124.
- Hastie, T., Tibshirani, R., & Friedman, J. (2009). *The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction*. (2nd ed.) Springer.
- Hogikyan, N. D., & Sethuraman, G. (1999). Validation of an instrument to measure voice-related quality of life (V-RQOL). *Journal of Voice*, 13(4), 557-569.
- Hunter, E. J., Tanner, K., & Smith, M. E. (2011). Gender differences affecting vocal health of women in vocally demanding careers. *Logopedics Phoniatics Vocology*, 36(3), 128-136.
- İhtiyaroğlu, F. (2012). *Çok boyutlu ölçekleme analizi ve uygulaması*. [Yüksek lisans tezi, İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü].
- Ionescu, C. M., Machado, J. T., & De Keyser, R. (2011). Is multidimensional scaling suitable for mapping the input respiratory impedance in subjects and patients? *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 104(3), e189-e200.
- Jacobson, B. H., Johnson, A., Grywalski, C., Silbergleit, A., Jacobson, G., Benninger, M. S., & Newman, C. W. (1997). The voice handicap index (VHI) development and validation. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 6(3), 66-70.
- Jaworska, N., & Anastasova, A. C. (2009). A review of multidimensional scaling (MDS) and its Utility in various psychological domains. *Tutorials in Quantitative Methods for Psychology*, 5(1), 1-10.
- Johnson, R. A., & Wichern, D. W. (2007). *Applied multivariate statistical analysis* (Sixth). New Jersey: Pearson Prentice Hall.
- Kaneko, M., Hirano, S., Tateya, I., Kishimoto, Y., Hiwatashi, N., Fujii-Kurachi, M., & Ito, J. (2015). Multidimensional analysis on the effect of vocal function exercises on aged vocal fold atrophy. *Journal of Voice*, 29(5), 638-644.
- Kempster, G. B., Kistler, D. J., & Hinnelbrand, J. (1991). Multidimensional scaling analysis of dysphonia in two speaker groups. *Journal of Speech and Hearing Research*, 34, 534-543.

- Kılıç, M. A., Okur, E., Yıldırım, İ., Ögüt, F., Denizoğlu, İ. İ., Kızılay, A., ... Öztarakçı, H. (2008). Ses handicap endeksi voice handicap index Türkçe versiyonunun güvenilirliği ve geçerliliği. *The Turkish Journal of Ear Nose and Throat*, 18(3), 139-147.
- Kovacic, G., & Rogelj, M. (2011). Voice disorders and their impact on quality of life: comparison of patients with benign vocal fold lesions and unilateral vocal fold paralysis. *Zdrav Vestn*, 80(3), 213–220.
- Kreiman, J., & Gerratt, B. R. (1996). The perceptual structure of pathologic voice quality. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 100(3), 1787-1795.
- Kruskal, J. B. (1964). Non-metric multidimensional scaling: A numerical method. *Psychometrika*, 29(2), 115–129.
- Kruskal, J. B. (1964). Multidimensional scaling by optimizing goodness of fit to a nonmetric hypothesis. *Psychometrika*, 29(1), 1-27.
- Kruskal, J. B., & Wish, M. (1978). *Multidimensional scaling sage university papers series. quantitative applications in the social*. Newbury Park, CA: Sage.
- Kurt, G. (1992). Çok değişkenli istatistiksel analiz tekniklerinden çok boyutlu ölçekleme ve bir uygulama. [Doktora tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü].
- Lee, Y. S., Choi, S. H., Kim, S. W., Kim, J. H., Park, J. Y., Lee, J. H., ... & Kim, H. S. (2021). Correlation between Voice Handicap Index and Reflux Symptom Index in patients with laryngeal disorders. *Laryngoscope Investigative Otolaryngology*, 6(4), 743–748.
- Legendre, P., & Legendre, L. F. J. (2012). *Numerical ecology* (3rd ed.). Amsterdam: Elsevier.
- Mahalanobis, P. C. (1936). On the generalized distance in statistics. *Proceedings of the National Institute of Sciences of India*, 2(1), 49–55.
- Marchese, M. R., Longobardi, Y., Di Cesare, T., Mari, G., Terruso, V., Galli, J., & D'Alatri, L. (2022). Gender-related differences in the prevalence of voice disorders and awareness of dysphonia. *Acta Otorhinolaryngologica Italica*, 42(5), 458.
- McGlashen, J. (2008). Disorders of the voice. In *Scott-Brown otolaryngology, head and neck surgery* (7th edn) (pp, 2192–2210). London: Edward Arnold.
- Merritt, B., Bent, T., Kilgore, R., & Eads, C. (2024). Auditory free classification of gender diverse speakers. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 155(2), 1422-1436.
- Mes, S. D., Smajlović, E., Heijnen, B. J., Hendriksma, M., Jansen, J. C., Langeveld, A. P., & Sjögren, E. V. (2022). Multidimensional assessment of voice quality after injection augmentation of the vocal fold with autologous adipose tissue or calcium hydroxylapatite. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, 279(4), 1967-1978.
- Mesallam, T. A., Farahat, M., & Malki, K. H. (2019), Voice-related quality of life in patients with benign vocal fold lesions. *Logopedics Phoniatrics Vocology*, 44(3), 99–104.
- Moradi, N., Pourshahbaz, A., Soltani, M., Javadipour, S., Hashemi, H., & Soltaninejad, N. (2022). Multidimensional voice assessment after management of early laryngeal carcinoma: A comparative study between transoral laser microsurgery and radiotherapy. *Indian Journal of Otolaryngology and Head & Neck Surgery*, 74(3), 1-7.

- Murry, T., & Rosen, C. A. (2000). Outcome measurements and quality of life in voice disorders. *Otolaryngologic Clinics of North America*, 33(4), 905-916.
- Naunheim, M. R., & Carroll, T. L. (2017). Benign vocal fold lesions: Update on nomenclature, cause, diagnosis, and treatment. *Current Opinion in Otolaryngology & Head and Neck Surgery*, 25(6), 453-458.
- Özdamar, K. (2004). *Paket programlari ile istatistiksel veri analizi, çok değişkenli analizler*. Ankara: Dost Kitabevi.
- Rosen, C. A., Lee, A. S., Osborne, J., Zullo, T., & Murry, T. (2004). Development and validation of the voice handicap index-10. *The Laryngoscope*, 114(9), 1549-1556.
- Rosenthal, L. H. S., Benninger, M. S., & Deeb, R. H. (2007). Vocal fold immobility: a longitudinal analysis of etiology over 20 years. *The Laryngoscope*, 117(10), 1864-1870.
- Saci, K., & Holden, K. (2008). Evidence on growth and financial development using principal components. *Applied Financial Economics*, 18(19), 1549-1560.
- Schindler, A., Mozzanica, F., Maruzzi, P., Atac, M., De Cristofaro, V., & Ottaviani, F. (2013). Multidimensional assessment of vocal changes in benign vocal fold lesions after voice therapy. *Auris Nasus Larynx*, 40(3), 291-297.
- Sığırlı, D., Ediz, B., Cangür, Ş., Ercan, İ., & Kan, İ. (2006). Türkiye ve Avrupa Birliği'ne üye ülkelerin sağlık düzeyi ölçütlerinin çok boyutlu ölçekleme analizi ile incelenmesi. *Journal of Turgut Ozal Medical Center*, 13(2), 81-85.
- Smits, R., Marres, H., & de Jong, F. (2012). The relation of vocal fold lesions and voice quality to voice handicap and psychosomatic well-being. *Journal of Voice*, 26(4), 466-470.
- Stone, T. C., & Erickson, M. L. (2023). Experienced listeners' perception of timbre dissimilarity within and between voice categories. *Journal of Voice*, 17(2), 195-206.
- Şimşek, D. (2006). *Kümeleme analizi, çok boyutlu ölçekleme, doğrulayıcı ve açıklayıcı faktör analizi ile elde edilen yapı geçerliği kanıtlarının karşılaştırılması*. [Yüksek lisans tezi, Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü].
- Tatlıdil, H. (2002). *Uygulamalı çok değişkenli istatistiksel analiz*. Ankara: Akademi Matbaası.
- Tatz, J. R., Peynircioğlu, Z. F., & Brent, W. (2020). Face-voice space: Integrating visual and auditory cues in judgments of person distinctiveness. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 82, 3710-3727.
- Tezcaner, Z. Ç., & Aksoy, S. (2017). Reliability and validity of the Turkish version of the voice-related quality of life measure. *Journal of Voice*, 31(2), 262-e7.
- Thomas, G. Mathews, SS., Chrysolyte, SB., & Rupa V. (2007). Outcome analysis of benign vocal cord lesions by videostroboscopy, acoustic analysis and voice handicap index. *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg*. 9(4):336-40.
- Torgerson, W. S. (1952). Multidimensional scaling: I. Theory and method. *Psychometrika*, 17(4), 401-419.
- Titze, I. R. (2000). *Principles of voice production* (2nd ed.). Denver, CO: National Center for Voice and Speech.
- Velleman, P. F., & Wilkinson, L. (1993). Nominal, ordinal, interval, and ratio typologies are misleading. *The American Statistician*, 47(1):65-72
- Zraick, R. I., Liss, J. M., Dorman, M. F., Case, J. L., LaPointe, L. L., & Beals, S. P. (2000). Multidimensional scaling of nasal voice quality. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 43(4), 989-996.

7. SİMGELER VE KISALTMALAR

A	:	Veri matrisi
a_{ij}	:	Gözlem birimleri arasındaki veri matrisi
B	:	Benzerlik matrisi
C_{ij}	:	Ortak türlerin minimum değerlerinin toplamı
D	:	Uzaklık matrisi
D_{BC}	:	Bray-Curtis uzaklığı
\hat{d}_{ij}	:	Tahmini/geometrik uzaklık
d_{ij}	:	Gözlem birimleri arasındaki gerçek uzaklık
Σ^{-1}	:	Kovaryans matrisinin tersi
$f(\delta_{ij})$:	Monotonik dönüşüm fonksiyonu
δ_{ij}	:	Algılanan (tahmini) uzaklık
n	:	Boyut sayısı
p	:	Parametre
S_i, S_j	:	Sırasıyla x ve y örneklerinin toplam bolluğu
μ	:	Ortama vektör (her değişkenin ortalaması)
μ	:	Ortama vektör (her değişkenin ortalaması)
V	:	B matrisinin özvektörlerinden oluşan matris
Λ	:	B matrisinin özdeğerlerinden oluşan diyagonal matris
χ	:	Koordinat matrisi
x_i	:	İlk noktanın i. bileşeni
y_i	:	İkinci noktanın i. bileşeni
$(.)^T$:	Transpoz (satır vektör \leftrightarrow sütun vektör dönüşümü)
ASA	:	Akustik Ses Analizi
ÇBÖ	:	Çok Boyutlu Ölçkleme
GHO	:	Gürültü-Harmonik Oranı
LFR	:	Laringofarengal Reflü
MFS	:	Maksimum Fonasyon Süresi
RSI	:	Reflux Symptom Index
RSİ	:	Reflü Semptom İndeksi
SEİ	:	Ses Engellik İndeksi
S-İYKA	:	Ses-İlişkili Yaşam Kalitesi Anketi
TBA	:	Temel bileşenler analizi
VHI	:	Voice Handicap Index
VKİ	:	Vücut Kitle İndeksi
VLS	:	Videolaringostroboskopi
V-RQOL	:	Voice-Related Quality of Life Questionnaire

8. EKLER

- EK 1** Ses Engellik İndeksi (SEİ)
EK 2 Ses-İlişkili Yaşam Kalitesi Anketi (S-İYKA)
EK 3 Reflü Semptom İndeksi (RSİ)
EK 4 Etik Kurul Onayı



EK 1

Ses Handikap Endeksi (VHI)					
Aşağıdaki ifadeler için size uygun olanı işaretleyiniz: 0 (Asla), 1 (Nadiren), 2 (Bazen), 3 (Sıklıkla), 4 (Her zaman)					
1. Başkalarıyla konuşurken sesim nedeniyle kendimi gergin hissediyorum.	0	1	2	3	4
2. Sesimdeki sorun yüzünden sosyal ortamlara girmekten kaçınıyorum.	0	1	2	3	4
3. İnsanlar bana: "Sesin neden böyle?" diye sorar.	0	1	2	3	4
4. Sesimden dolayı arkadaşlarımla, komşularıyla veya akrabalarımla çok az konuşurum.	0	1	2	3	4
5. Yüz yüze konuşurken insanlar söylediklerimi tekrarlamamı ister.	0	1	2	3	4
6. İnsanların sesimle ilgili çektiğim sıkıntıyı anlamadıklarını düşünüyorum.	0	1	2	3	4
7. Sesimdeki problemler kişisel ve sosyal hayatımı kısıtlıyor.	0	1	2	3	4
8. Düzgün çıkması için sesimi değiştirmeye çalışıyorum.	0	1	2	3	4
9. Konuşurken büyük çaba harcıyorum.	0	1	2	3	4
10. Sesim kendimi yetersiz hissetmeme neden oluyor.	0	1	2	3	4
11. Bugün sesiniz nasıl?	0	1	2	3	4
TOPLAM PUAN					

Ses İle İlişkili Yaşam Kalitesi Ölçeği (V-RQOL)					
Aşağıdaki ifadeler için size uygun olanı işaretleyiniz:					
1 (Hiçbir zaman sorun yaratmıyor), 2 (Az miktarda), 3 (Orta), 4 (Çok), 5 (Sorun 'son derece' kötü)					
1. Gürültülü ortamlarda yüksek sesle konuşmak ya da sesimi duyurmakla ilgili sorun yaşıyorum.	0	1	2	3	4
2. Konuşma sırasında nefesim kesiliyor ve sık sık nefes almak zorunda kalıyorum.	0	1	2	3	4
3. Bazen konuşmaya başladığımda sesimin nasıl çıkacağını bilemiyorum.	0	1	2	3	4
4. Bazen (sesim yüzünden) kaygılı ve sinirli oluyorum.	0	1	2	3	4
5. Bazen (sesim yüzünden) moralim bozuluyor.	0	1	2	3	4
6. Telefonla konuşurken (sesim yüzünden) sorun yaşıyorum.	0	1	2	3	4
7. İşimi ya da mesleğimi yaparken (sesim yüzünden) sorun yaşıyorum.	0	1	2	3	4
8. Sosyal ortamlara (sesim yüzünden) girmekten kaçınıyorum.	0	1	2	3	4
9. Anlaşılabilmek için söylediklerimi tekrar etmek zorunda kalıyorum.	0	1	2	3	4
10. Artık (sesim yüzünden) daha içine kapanık birisi oldum.	0	1	2	3	4
TOPLAM PUAN					

Reflü Semptom Endeksi						
Son 1 ay içerisinde aşağıdaki sorunlar sizi ne kadar etkiledi? 0 (Sorun yok) - 5 (Sorun çok şiddetli)						
1. Ses kısıklığı ya da ses ile ilgili başka bir rahatsızlık	0	1	2	3	4	5
2. Sık sık boğaz temizleme ihtiyacı	0	1	2	3	4	5
3. Boğazda aşırı salgı ya da geniz akıntısı hissetme	0	1	2	3	4	5
4. Yiyecek, içecek ya da ilaç yutarken zorlanma	0	1	2	3	4	5
5. Yemek yedikten ya da yattıktan sonra başlayan öksürük	0	1	2	3	4	5
6. Nefes alma güçlüğü ya da nefes tıkanıklığı	0	1	2	3	4	5
7. Rahatsız edici derecede öksürük	0	1	2	3	4	5
8. Boğazda bir şey takılıyormuş ya da birşey varmış hissi	0	1	2	3	4	5
9. Göğüs bölgesinde yanma ya da ağrı, ağza acı su gelmesi, hazımsızlık	0	1	2	3	4	5
TOPLAM PUAN						



T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
Sağlık Araştırmaları Etik Kurulu

Sayı : 2024-1/9
Konu : Etik kurul kararı

19 02 / 2024

Prof.Dr.İlker Ercan
Bursa Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi
Biyostatistik Anabilim Dalı

Kurulumuza başvurusunu yaptığınız ve sorumlu araştırmacısı olduğunuz "*Çok Boyutlu Ölçekleme Yöntemi ile Bening Vokal Kord Lezyonlarının Klinik Özelliklerinin ve Yaşam Kalitesi Etkilerinin Analiz Edilmesi*" başlıklı araştırmanız ile ilgili kurulumuzun 07 Şubat 2024 tarih, 2024-1/9 nolu kararı ekte gönderilmektedir.

Gereği için bilgilerinize sunulur.

Prof.Dr.Soner CANDER
Etik Kurul Başkanı



EK:
-Karar (1 adet)

BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ SAĞLIK ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Çok Boyutlu Ölçekleme Yöntemi ile Bening Vokal Kord Lezyonlarının Klinik Özelliklerinin ve Yaşam Kalitesi Etkilerinin Analiz Edilmesi
-----------------------	---

ETİK KURUL BİLGİLERİ	ETİK KURULUN ADI	Bursa Uludağ Üniversitesi Sağlık Araştırmaları Etik Kurulu
	AÇIK ADRESİ	Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlığı Rektörlük Binası Kat.1 Görükle Kampüsü Nilüfer/ Bursa
	TELEFON	0.224. 295 00 21
	E-POSTA	

BAŞVURU BİLGİLERİ	SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Prof.Dr.İlker Ercan
	SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	Bursa Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyoistatistik Anabilim Dalı
	YARDIMCI ARAŞTIRMACININ UNVANI/ADI/SOYADI	-Doç.Dr.Nesibe Gül Yüksel Aslier -Doç.Dr.Mustafa Aslier
	YARDIMCI ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	-Bursa Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyoistatistik AD -Bursa Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Kulak Burun Boğaz Hast. AD
	DESTEKLEYİCİ	-
	ARAŞTIRMANIN TÜRÜ	Retrospektif araştırma
	ARAŞTIRMANIN YAPILIŞ AMACI	Yüksek lisans tez çalışması
	ARAŞTIRMANIN BAŞLAMA TARİHİ/ SÜRESİ	12.02.2024 / 6 ay
	GÖNÜLLÜ/DOSYA SAYISI	90
ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ <input checked="" type="checkbox"/> ÇOK MERKEZLİ <input type="checkbox"/> ULUSAL <input checked="" type="checkbox"/> ULUSLARARASI <input type="checkbox"/>	

DEĞERLENDİRİLEN İLGİLİ BELGELER	Belge Adı	Tarihi	Dili
		GİRİŞİMSEL OLMAYAN ARAŞTIRMALAR İÇİN BAŞVURU FORMU	02.02.2024
	VHI,V-RQOL,EAT-10,RSI ölçeği		

DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER	Belge Adı	Açıklama
	ARAŞTIRMA BÜTÇE FORMU	<input checked="" type="checkbox"/> Tarihi: 02.02.2024
	ARAŞTIRICILAR İÇİN TAAHHÜTNAME FORMU	<input checked="" type="checkbox"/> Tarihi: 02.02.2024
	PROSPEKTİF ÖZELLİKLI GİRİŞİMSEL OLMAYAN SAĞLIK ARAŞTIRMA TAAHHÜTNAMESİ	<input type="checkbox"/>
	IKU klavuzunun okunduğuna dair taahhütname	<input type="checkbox"/>
	SONUÇ ÖZET RAPORU	<input type="checkbox"/>
DİĞER:	<input checked="" type="checkbox"/> Araştırma ilk başvuru üst yazısı (Tarih: 02.02.2024), ilgili kurum izin yazısı, olgu rapor formu, hasta listesi sorumlu araştırmacı özgeçmiş, tüm araştırmacılar tarafından imzalanmış Dünya Tıp Birliği Helsinki Bildirgesi, literatür	


BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ SAĞLIK ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Çok Boyutlu Ölçkleme Yöntemi ile Bening Vokal Kord Lezyonlarının Klinik Özelliklerinin ve Yaşam Kalitesi Etkilerinin Analiz Edilmesi
------------------------------	---

KARAR BİLGİLERİ	Karar No: 2024-1 / 9	Tarih: 07 Şubat 2024
	<p>Yukarıda başvuru bilgileri verilen araştırma başvuru dosyası ve ilgili belgeler araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelendi.</p> <p>1-Araştırmanın başvurusu dosyasında belirtilen merkezde gerçekleştirilmesinin uygun olduğuna,</p> <p>2-Araştırmanın başlama tarihinin bildirilmesi ve araştırma tamamlandığında özet bir sonuç raporunun hazırlanarak kurulumuza iletilmesine,</p> <p>3-Araştırma protokolünde ve başvuru formunda yapılacak tüm değişiklikler için Etik Kuruldan izin alınması gerektiğinin sorumlu araştırmacılara iletilmesine toplantıya katılan etik kurul üye tam sayısının salt çoğunluğu ile karar verilmiştir.</p>	

ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

ÇALIŞMA ESASI	İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Sağlık Araştırmaları Hakkında Yönetmelik, İyi Klinik Uygulamalar Kılavuzu
BAŞKANIN UNVANI/ADI SOYADI	Prof.Dr.Soner CANDER

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet		Araştırma ile İlişkisi		Katılım *		İmza
			E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Prof.Dr.Soner CANDER Başkan	Endokrinoloji ve Metabolizma	Bursa UÜ.Tıp Fakültesi İç Hastalıkları AD	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Prof.Dr.Fahretin UYSAL	Çocuk Kardiyoloji	Bursa UÜ.Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları AD	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Doç.Dr.Bekir Nihan COŞKUN Üye	Romatoloji	Bursa UÜ.Tıp Fakültesi İç Hastalıkları AD	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Doç.Dr.Adnan ORHAN Üye	Kadın Hastalıkları ve Doğum	Bursa UÜ.Tıp Fakültesi Kadın Hastalıkları ve Doğum	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Doç.Dr.Ercüment GÜRLÜLER Üye	Genel Cerrahi	Bursa UÜ Tıp Fakültesi Genel Cerrahi AD	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Doç.Dr.Mustafa ASLIER Ü	Kulak Burun Boğaz	Bursa UÜ. Tıp Fakültesi Kulak Burun Boğaz AD	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Doç.Dr.Seda PEHLİVAN Üye	Hemşirelik Bölümü	BÜÜ. Sağlık Bilimleri Fakültesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Dr.Öğr.Üyesi Ayşen ÇAKIR Üye	Fizyoloji	Bursa U.Ü Fizyoloji AD	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Ü Dr.Öğr.Üyesi Çiğdem Mine YILMAZ ye	Hukuk Fakültesi	Bursa UÜ.Hukuk Fakültesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	

* Toplamda Bahatma

9. TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez çalışmamızın her aşamasında bana rehberlik eden, akademik bilgi ve deneyimiyle yön gösteren değerli tez danışmanım Prof. Dr. İlker ERCAN'a en içten teşekkürlerimi sunarım. Bilimsel yaklaşımı, sabrı ve yapıcı eleştirileri, tez çalışmamın hem içerik hem metodoloji açısından derinleşmesine büyük katkı sağlamıştır.

Bu çalışmanın ortaya çıkmasında katkı sağlayan ve yüksek lisans eğitimim boyunca bana destek olan tüm anabilim dalımızdaki öğretim üyeleri ve dönem arkadaşlarıma da teşekkürü bir borç bilirim.

Bu yoğun süreçte bana her zaman koşulsuz destek veren, sabır ve anlayışlarıyla yanımda olan sevgili eşim Mustafa Aslier'e ve varlıklarıyla güç veren, ilham kaynağım olan kıymetli çocuklarım Zeynep, Hazel ve Ayşe'ye gösterdikleri sabır ve sevgi nedeniyle minnettarlığımı ifade etmek isterim.



10. ÖZGEÇMİŞ

Tıp eğitimimi 2009 yılında Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi'nde tamamladıktan sonra, Kulak Burun Boğaz Hastalıkları alanındaki uzmanlık eğitimimi 2010-2015 yılları arasında Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Anabilim Dalı'nda gerçekleştirdim. Uzmanlık sonrasında 2015 yılında Şırnak Silopi Devlet Hastanesi'nde mecburi hizmet yükümlülüğümü yerine getirerek meslek hayatıma başladım. Ardından 2017 yılında İstanbul Sancaktepe Şehit Prof. Dr. İlhan Varank Eğitim ve Araştırma Hastanesi Kulak Burun Boğaz Kliniği'nin kuruluş sürecinde görev aldım ve yaklaşık iki yıl boyunca bu kurumda hizmet verdim. 2019 yılında Bursa Yüksek İhtisas Eğitim ve Araştırma Hastanesi'ne atandım; burada 2021 yılında doçentlik unvanı aldım. 2021-2023 yılları arasında Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Kliniği Eğitim ve İdari Sorumluluğu görevlerini yürüttüm. 2021-2022 akademik yılı güz yarıyılında Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyoistatistik Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans programına başladım. 2023 yılı Ağustos ayından bu yana Bursa Özel Doruk Nilüfer Hastanesi'nde tam zamanlı olarak çalışmaktayım.

Meslek hayatım boyunca yurt içi ve yurt dışında birçok bilimsel toplantı, kurs ve eğitime katıldım; ayrıca Amerika Birleşik Devletleri'nde çeşitli merkezlerde gözlemci hekim olarak bulundum. Ulusal ve uluslararası dergilerde yayımlanmış makalelerim, kitap bölümlerim ve bildirilerim bulunmaktadır. Bilimsel yayınlarıma çok sayıda atıf yapılmış olup, çeşitli akademik dergilerde danışma kurulu üyeliği, alan editörlüğü ve hakemlik görevlerini sürdürmekteyim. İleri düzeyde İngilizce ve orta düzeyde Almanca bilmekteyim. Evliyim ve üç çocuk annesiyim.