

**T.C.  
ISPARTA UYGULAMALI BİLİMLER ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI**

**CHERNOFF YÜZLERİ VE HAYVANCILIK VERİLERİNE  
UYGULAMASI**

**Emine ÇETİN TEKE**

**Danışman  
Doç. Dr. Özgür KOŞKAN**

**ISPARTA - 2019**



© 2019 [Emine ÇETİN TEKE]

**TEZ ONAYI**

**CHERNOFF YÜZLERİ VE HAYVANCILIK VERİLERİNE**  
**UYGULAMASI**

**Emine ÇETİN TEKE** tarafından hazırlanan bu tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

**Danışman**    **Doç. Dr. Özgür KOŞKAN**  
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

**Üye**            **Prof. Dr. Hayati KÖKNAROĞLU**  
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

**Üye**            **Doç. Dr. Mustafa Agah TEKİNDAL**  
Selçuk Üniversitesi

**İmza**  
.....  
.....  
.....

Yukarıdaki Jüri kararı Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun .../.../... tarih ve ...../..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

**Prof. Dr. Yusuf UÇAR**  
**Enstitü Müdürü**

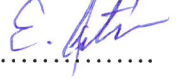
## ETİK BEYANI

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak ve bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yol ve yardıma başvurmaksızın hazırladığım bu tez çalışmasında;

Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde ve ortaya çıkan sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, tezimle ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara katlanacağımı bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

22/08/2019

**Emine ÇETİN TEKE**

  
.....

## İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER .....	i
ÖZET.....	iii
ABSTRACT .....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....	viii
1. GİRİŞ .....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ .....	4
3. MATERYAL VE YÖNTEM .....	10
3.1. Materyal .....	10
3.2. Yöntem .....	14
3.2.1. Chernoff yüzleri .....	14
3.2.2. Chernoff yüzlerinin avantajları ve dezavantajları .....	19
3.2.2.1. Chernoff yüzlerinin avantajları .....	19
3.2.2.2. Chernoff yüzlerinin dezavantajları.....	20
3.2.3. Kümeleme analizi.....	21
3.2.3.1. Uzaklık ve özellikleri .....	23
3.2.3.1.1. Öklidyen uzaklığı .....	23
3.2.3.1.2. Mahalonobis uzaklığı .....	24
3.2.3.1.3. Manhattan (City-Block) uzaklığı .....	25
3.2.3.1.4. Minkowski uzaklığı.....	26
3.2.3.1.5. Chebyshev uzaklığı .....	26
3.2.3.1.6. Karesel öklit uzaklığı .....	27
3.2.3.2. Kümeleme yöntemleri.....	27
3.2.3.2.1. Aşama sıralı (hierarchial) kümeleme yöntemi .....	27
3.2.3.2.1.1. Tek bağlantı ya da en yakın komşuluk.....	28
3.2.3.2.1.2. Tam bağlantı ya da En uzak komşuluk .....	28
3.2.3.2.1.3. Ortalama bağlantı tekniği.....	28
3.2.4. Chernoff yüz yazılımları .....	29
3.2.4.1. Statgraphics .....	29
4. BULGULAR VE TARTIŞMA .....	34
4.1. Büyükbaş Hayvan Verileri.....	34
4.1.1. Statistica .....	35
4.1.2. Statgraphics .....	37
4.1.3. R yazılımı .....	39
4.2. Küçükbaş Hayvan Verileri .....	41
4.2.1. Statistica .....	41
4.2.2. Statgraphics .....	46
4.1.3. R yazılımı .....	49
4.3. Arı Verileri .....	51
4.3.1. Statistica .....	51
4.3.2. Statgraphics .....	54
4.3.3. R yazılımı .....	56
5. SONUÇ VE ÖNERİLER .....	58
KAYNAKLAR .....	60
EKLER .....	64
EK A. Program Görüntüleri .....	65
EK B. Grafikler .....	70



## ÖZET

**Yüksek Lisans Tezi**

### **CHERNOFF YÜZLERİ VE HAYVANCILIK VERİLERİNE UYGULAMASI**

**Emine ÇETİN TEKE**

**Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi  
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü  
Zootekni Anabilim Dalı**

**Danışman: Doç. Dr. Özgür KOŞKAN**

Çalışmada veri görselleştirme tekniklerinden birisi olan Chernoff yüzleri ile pek çok özelliğin bir arada bulunduğu hayvansal veri setlerinin teorik ve uygulamalı olarak incelenmesi amaçlanmıştır.

Chernoff yüzleri karmaşık çok boyutlu verilerin algısal belirginliğini değerlendirmek ve bilişsel süreçleri daha etkin ve verimli kılmak için Herman Chernoff tarafından tasarlanmış, basitleştirilmiş karikatür benzeri yüzlerdir. Çalışmada veri seti olarak 2002 yılında Atabey, Isparta'da yetiştirilen 20 büyükbaş (İsviçre esmeri), 20 küçükbaş hayvan (Kıl Keçisi) ve 20 arı kullanılmıştır. Yüz özelliklerinin algısal belirginlikte farklılıklar gösterdiği ve büyük ve karmaşık rakamlarla dolu gösterimler yerine şekillerle kolaylaştırılan sunumlar elde edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Chernoff yüzleri, Veri görselleştirme, İkon grafikleri, Hayvancılık

**2019, 75 sayfa**

## **ABSTRACT**

**M.Sc. Thesis**

### **CHERNOFF FACES AND ANIMAL SCIENCE APPLICATIONS**

**Emine ÇETİN TEKE**

**Isparta University of Applied Sciences  
The Institute of Graduate Education  
Department of Animal Science**

**Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Özgür KOŞKAN**

Purpose of this study was to examine the theoretical and practical aspects of animal data sets with Chernoff faces that is one of the data visualization techniques.

Chernoff's faces are simplified cartoon-like faces designed by Herman Chernoff to assess the perceptual significance of complex multidimensional data and make cognitive processes more effective and efficient. In the study, 20 cattle (Brown Swiss), 20 goats (Hair Goat), 20 *Bombus terrestris* l. (Hymenoptera Apidae) reared in Atabey, Isparta in 2002 were used as a data set. Facial features differed in perceptual clarity and instead of presentations filled with large and complex numbers, easily understood presentations facilitated by figures were obtained.

**Key Words:** Chernoff faces, Data visualization, Icon graphics, Livestock

**2019, 75 pages**



## TEŐEKKÜR

Bu araştırmada, araştırma konusunun tespitinden itibaren araştırmamı hazırladığım süre içinde bana daima yol gösterici olan, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan, tezime olumlu katkılarda bulunan değerli danışman hocam Sayın Doç. Dr. Özgür KOŞKAN'a tüm emekleri, desteği ve yakınlığı için sonsuz teŐekkürlerimi sunarım.

Tezimin hazırlık sürecinde görüş ve nerileri ile bana rehberlik eden Prof. Dr. Hayati KKNAROğLU, Doç. Dr. Duygu KAŐIKCI hocalarıma ve Kader Hasan ERDOğAN'a teŐekkürlerimi sunarım. Tezimin hazırlandığı süre boyunca bana verdiği moral desteği ile tezime olumlu katkıda bulunan Prof. Dr. Mehmet Ziya FIRAT hocama teŐekkürlerimi sunarım.

Tezimin her aşamasında beni yalnız bırakmayan eŐime, kızıma ve aileme sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

**Emine ÇETİN TEKE**  
ISPARTA, 2019

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 3.1. Besi hayvanının yükseklik ölçüleri.....	10
Şekil 3.2. Besi hayvanının göğüs derinliği, göğüs çevresi ve vücut uzunluğu ...	11
Şekil 3.3. Keçilerde vücut özelliklerine ait uzunluk ölçülerinin alındığı kısımlar	12
Şekil 3.4. Keçilerde vücut özelliklerine ait genişlik ölçülerinin alındığı kısımlar	12
Şekil 3.5. Arılarda vücut organları.....	13
Şekil 3.6. Arılarda baş ve organları.....	13
Şekil 3.7. Arılarda bacak karakterleri .....	13
Şekil 3.8. İşçi arı ön kanat uzunluğu; ÖKU, ön kanat genişliği; ÖKG.....	13
Şekil 3.9. Orijinal Chernoff yüzleri.....	15
Şekil 3.10. Davis'in Chernoff yüzleri .....	17
Şekil 3.11. Irkların Chernoff yüzleri ile gösterimi.....	18
Şekil 3.12. nxp tipinde X matrisi .....	23
Şekil 3.13. İki boyutlu düzlemde Manhattan uzaklığı .....	25
Şekil 3.14. Statgraphics Chernoff yüzleri .....	30
Şekil 3.15. Statgraphics Chernoff yüzleri .....	33
Şekil 4.1. Statistica yazılımında büyükbaş hayvanlara ait tanımlayıcı .....	28
istatistiklerin Chernoff yüzleri.....	28
Şekil 4.2. Büyükbaş hayvanlara ait Chernoff yüzleri .....	36
Şekil 4.3. Statgraphics'te büyükbaş hayvanların Chernoff yüzleri.....	37
Şekil 4.4. Statgraphics'te kombinasyonların Chernoff yüzleri .....	39
Şekil 4.5. R'da büyükbaş hayvanların Chernoff yüzleri .....	40
Şekil 4.6. Statistica yazılımında küçükbaş hayvanlara ait tanımlayıcı .....	42
istatistiklerin Chernoff yüzleri.....	42
Şekil 4.7. Statistica yazılımında değişkenlerin yanlış atanması sonucu ortaya ..	43
çıkan Chernoff yüzleri .....	43
Şekil 4.8. Küçükbaş hayvanlara ait Chernoff yüzleri .....	44
Şekil 4.9. Cinsiyete göre küçükbaş hayvanların Chernoff yüzleri.....	45
Şekil 4.10. Statgraphics'te küçükbaş hayvanların Chernoff yüzleri.....	47
Şekil 4.11. Statgraphics'te Kombinasyonların Chernoff yüzleri .....	48
Şekil 4.12. Cinsiyete göre küçükbaş hayvanların Chernoff yüzleri.....	49
Şekil 4.13. R'da küçükbaş hayvanların Chernoff yüzleri .....	50
Şekil 4.14. Statistica yazılımında arıların tanımlayıcı istatistiklerinin Chernoff	52
yüzleri.....	52
Şekil 4.15. Arılara ait Chernoff yüzleri.....	53
Şekil 4.16. Statgraphics'te arıların Chernoff yüzleri .....	55
Şekil 4.17. R'da arıların Chernoff yüzleri.....	57
Şekil A.1.1. Statgraphics yazılımı dosya uzantısı .....	65
Şekil A.1.2. Statgraphics yazılımı veri görüntüleme ekranı .....	65
Şekil A.1.3. Statgraphics yazılımı.....	66
Şekil A.1.4. Statgraphics yazılımı.....	66
Şekil A.1.5. Statgraphics yazılımı.....	67
Şekil A.1.6. Statgraphics yazılımı.....	67
Şekil A.1.7. Statgraphics sonuç ekranı.....	68
Şekil A.1.8. Statgraphics değişken ataması .....	69
Şekil B.1. Statgraphics'te büyükbaş hayvanların Chernoff yüzleri .....	70
Şekil B.2. Statgraphics'te küçükbaş hayvanların Chernoff yüzleri .....	71
Şekil B.3. Statgraphics'te arıların Chernoff yüzleri.....	72

## ÇİZELGELER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Çizelge 3.1. Irklara ait bazı özelliklerin değerleri.....	18
Çizelge 4.1. Büyükbaş hayvanlara ait tanıttıcı istatistikler .....	34
Çizelge 4.2. Küçükbaş hayvanlara ait tanıttıcı istatistikler .....	41
Çizelge 4.3. Arılara ait tanıttıcı istatistikler .....	51



## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

CF	Chernoff face
CAA	Canlı ağırlık artışı
GCAA	Günlük canlı ağırlık artışı
YYO	Yemden yararlanma oranı
$D_{v,w}$	Uzaklık
$S^{-1}$	Örneklem kovaryans matris transpozu
$S$	Örneklem kovaryans matrisi
$X$	Veri matrisi



## 1. GİRİŞ

Hayvancılık, yüzyıllardır insanoğlunun yapmakta olduğu tarımsal bir faaliyettir. Hayvancılık faaliyetiyle insanlar beslenmelerinde önemli bir yere sahip olan et, süt ve yumurta gibi hayvansal ürünleri elde etmektedir. İnsanoğlu tarafından başlangıçta sadece kendi beslenme ihtiyaçlarını karşılamak üzere yapılan bu faaliyet, elde edilen hayvansal ürünlerin fazla olması nedeniyle diğer insanların da kullanımına sunulmuştur. Böylece hayvancılık faaliyeti yalnızca kendi ihtiyaçlarını gidermenin dışında diğer insanların da ihtiyaçlarını karşılamayı sağlayan ekonomik bir faaliyet olmuştur. Elde edilen ihtiyaç fazlası hayvansal gıdalar pazarlanırken beraberinde rekabeti de ortaya çıkarmıştır. Daha kaliteli ürünü daha ucuza üreten hayvan işletmeleri ekonomik rekabet ortamında başarılı olabilir. Bunu hayvan yetiştiren işletmeler ya girdi maliyetlerini düşürerek ya da hayvan ıslahı ile daha elit sürüler yani et, süt ve yumurta verimi yüksek ırklar elde ederek sağlayabilir.

Hayvan ıslahında, düşük verimli ancak çevre şartlarına dayanıklı yerli ırklarla yüksek verimli çevre şartlarına hassas kombine ırkların melezleme çalışmaları yapılmaktadır. Tüm bunlardan başarı elde etmenin yolu işletmelerdeki hayvanlarla ilgili kayıt tutup elde edilen verilerden doğru bir seçimin yapılmasıyla mümkündür. Örneğin büyükbaş hayvancılıkta her bir hayvanın et ve süt verimiyle ilgili veriler kayıt altına alınarak hayvanlar ıslah edilmekte böylece verimi yüksek ırklar elde edilmektedir. Yine küçükbaş hayvancılıkta et, süt, yün verimlerinin kayıt altına alınmasıyla, kümes hayvancılığında et ve yumurta verimleri kaydedilerek verimi yüksek hayvanların belirlenmesi ve bu hayvanların işletmelerde yetiştirilmesi sağlanmaktadır.

Hayvan ıslahında önemli yere sahip olan hayvansal verilerin kaydedilmesi tek başına yeterli değildir. Ayrıca bu veriler doğru bir şekilde değerlendirilmelidir. Bunun için birden çok verimi ilgilendiren veriyi aynı anda görmeyi sağlayan görsel şekillerden faydalanılabilir.

Veri görselleştirme, insanların algılama yetenekleri ve insanlar arası yorumlama farklarını dikkate alarak analiz yapmaya imkân verir. Veri görselleştirme teknikleri ile etkili bir şekilde verinin portresinin çıkarılması ve veri hakkında genel bir yargıya varılması sağlanabilir (Carlis ve Konstan, 1998; Derthick vd., 1997). İnsanın algılama sistemi yalnızca 3 boyut ile sınırlı olduğundan daha fazla boyut içeren veriler insanın algılama sınırını aşmaktadır. Veri görselleştirme teknikleri çok boyutlu veriyi 2 veya 3 boyuta indirgeyerek görselleştirirken, diğer taraftan da veriler arasındaki ilişkiyi muhafaza edebilmelidir. Bu indirgeme sırasında bir miktar kayıp olması kaçınılmazdır. Görselleştirmede temel hedeflerden biri bu kaybı minimum düzeyde tutmaktır. Veri görselleştirmenin iki temel amacı bulunmaktadır. Birincisi fikirlerin, kuralların ve kavramların daha iyi anlaşılmasıdır. Tüm bunlar bir bilgi olduğu için bu tür görselleştirmelere “bilgi görselleştirme” (knowledge visualization) denir. Diğer amaç ise grafik ve resimlerle yeni fikirler oluşturmak, yeni ilişkiler kurmak, bir hipotezin doğruluğunu sınamak, yeni yapılar keşfetmek veya bu yapıları düzenlemektir (Inselberg ve Dimsdale, 1990; Faloutsos, 1996).

Veri görselleştirme teknikleri görselleştirilecek veri tipine göre; tek boyutlu veriler (one-dimensional data), iki boyutlu veriler (two-dimensional data), çok boyutlu veriler (multidimensional data)'dir. Görselleştirme tekniklerine göre; standart 2 ve 3 boyutlu gösterimler, geometrik olarak dönüştürülmüş gösterimler, simgesel gösterimler (Iconic displays)'dir. Simgesel gösterimler (Iconic displays);

- Chernoff yüzleri (chernoff faces)
- Yıldız grafikleri (star plots)
- Yoğun piksel gösterimler (dense pixel displays)
- Matris grafikleri (matrix plots)
- İstiflenmiş gösterimler (stacked displays)'dir (Vatansever, 2008).

Simgesel gösterimlerden (Iconic displays) Chernoff yüzleri (chernoff faces) Chernoff tarafından geliştirilen, 'n' değişkenlerini iki boyutlu bir yüzeyde resmetmek için kullanılan resimsel çok değişkenli grafik gösterimlerinden birisidir. Chernoff yüzlerinde birkaç değişkenden her biri bir yüz karakterine atanır ve her durum için bir yüz oluşturulur. Değişkenlerin yüz özelliklerine atanması araştırmacı tarafından yapılır. Araştırmacı, kümeleri ayırt etmek için öncelikle 2 veya 3 değişkenin sorumlu olduğundan emin olunca, bu değişkenler belirgin yüz özellikleri ile ilişkilendirilebilir (Chernoff, 1973; Johnson ve Wichern, 1982).

Son yıllarda Kim ve Kooke (2017), VanHoudnos vd. (2017), Haara vd. (2018) veri görselleştirme tekniklerinden Chernoff yüzlerinin kullanımı artmıştır. Chernoff yüzlerinin hayvancılıkta kullanımı ile ilgili çalışmalar oldukça sınırlıdır (Lee vd., 2003; Gençer vd., 2004). Oysaki veri görselleştirme teknikleri kullanılarak ışlah çalışmalarına katkı sağlanabilir. Bu tez çalışmasının asıl amacı, çok boyutlu veri görselleştirme araçlarından biri olan Chernoff yüzleri ile pek çok özelliğin bir arada bulunduğu gerçek veri setleri kullanılarak Chernoff yüzlerinin hayvancılıkta uygulanabilirliğini incelemektir.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

Chernoff (1973) çalışmasında, Chernoff yüzlerini görselleştirme yöntemi olarak ortaya atmıştır. Çok değişkenli karışık verileri insanların kolayca algılayabileceği çizgi yüzlere (cartoon face) benzetmeye çalışmıştır. 18 ve daha az değişkenli verilerde her bir gözlem değerinin burun uzunluğu, ağız eğriliği gibi noktanın bileşenlerine karşılık geldiğini, yüz karikatürü ile temsil edildiğini belirtmiştir. Bununla, insanların yüz farklılıklarını algılama özelliğinden yararlanarak veri yapıları hakkında görsel bilgi elde etmeyi amaçlamıştır.

Chernoff (1975) çalışmasında, çok değişkenli veriyi temsil eden grafiksel yöntemin 18 parametreye belirlenen bir yüz karikatürü çizilerek oluştuğunu belirtmiştir. Vektör gözlemlerinin  $d \leq 18$  boyutunda bir örnek olabileceğini, vektörün bileşenlerini yüz parametrelerine atayarak yüzlere dönüştürüldüğünü ifade etmiştir. Deney raporunda, parametrelerin atanmasında rassal bir permütasyonun etkisinin bu yüzleri kullanarak sınıflandırma görevindeki hata oranını yüzde 25 oranında etkileyebileceğini tahmin etmiştir.

Turner ve Tidmore (1980), Chernoff tipi yüzleri üretmek için bir FORTRAN programı tasarlamışlar ve Honeywell Serisi 6000 FORTRAN derleyici ile Honeywell 636 donanım üzerinde test etmişlerdir. Bu program, çok değişkenli verileri görüntülemek için grafiksel bir prosedür sağlamıştır. Bu FACES sürümünün, vaka başına 12 değişken kullanımına izin verdiğini ve sayfa başına sekiz yüz bastığını belirtmişlerdir.

Flury ve Riedwyl (1981), çok değişkenli verileri temsil etmek için Chernoff yüzlerinden esinlenerek yüzü ikiye bölüp sol ve sağ taraf yüz parametrelerinin ayrı ayrı değiştirilebileceği yeni bir yüz önermişlerdir. Yeni yüz metodunun 18 değişken yerine 36 değişkenle gösterildiğini ve Chernoff yüzü metodu ile aynı şekilde uygulanabildiğini belirtmişlerdir. Chernoffs face ile karşılaştırıldığında, yeni yapının daha gerçekçi olduğunu, daha az bozulduğunu ve farklı yüz parametrelerinden daha az etkilendiğini ifade etmişlerdir.



Kleiner ve Hartigan (1981), Chernoff yüz görüntülerini ağaç veya kale şeklinde analitik olarak düzenlemişlerdir. Kullandıkları bu metodun, tüm değişkenler aynı tür olduğunda Öklid uzaklık mesafelerini kullanan, hiyerarşik bir kümeleme algoritmasından türetilmiş yapıya sahip değişkenlerden oluştuğunu belirtmişlerdir. Ağaç ve kale metodunun; genel boyut etkilerini, değişken kümelerinin hepsinin noktadan noktaya, trendlerin ve aykırı değerlerin değişimini gösterdiğini, değişkenlerin kümelenmesini değerlendirme ve nokta kümelerini gözlemlemek için uygun görüldüğünü belirtmişlerdir.

De Soete ve Do Corte (1985), Çok değişkenli verileri temsil etmede Chernoff yüzlerinin algısal belirginliğini değerlendirmek için, yaptıkları çalışmada yüz özelliklerinin algısal belirginlikte farklılıklar gösterdiğini belirtmişlerdir. Yüzlerde ağız eğriliği ile temsil edilen değişken üzerindeki farklılıkların, diğer değişkenlerdeki farklılıklardan çok daha iyi algılandığını bu yüzden bir değişkenin etkisini vurgulamak için, bu değişkeni ağız eğriliği parametresine atamanın mantıklı olacağını ifade etmişlerdir. Göze çarpan diğer belirgin özelliklerin; yarım yüz yüksekliği, gözlerin yarım uzunluğu ve kaşların uzunluğu olduğunu; Chernoff algısı üzerinde çok az etkisi olan özelliklerin ise yüzün alt elipsinin eksantrikliği, ağzın merkezinin konumu, gözlerin ayrılması ve eğikliği ve kaşların yüksekliği olduğunu vurgulamışlardır.

Roese (1990), çalışmasında simülasyon ile 2 deney grubu oluşturmuştur. İlk grupta yiyecek arama davranışını ve diğer grupta yemleme verimliliğini incelemiştir. Çok boyutlu yolların ölçeklendirilmesinin, tüketim ve algısal yeteneklerdeki değişiklikleri ve eğilimleri ortaya koyduğunu ve Chernoff yüzlerinin, çeşitli değişkenlerde tutarlı sonuçlar ortaya çıkardığını belirtmiştir. Regresyon analiziyle, yol değişkenleri ile tüketim ve algısal alanların büyüklüğü arasında anlamlı doğrusal ilişkiler olduğunu ortaya koymuştur.

Friendly (1992), çok değişkenli verilerin görsel sunumunda kullanılan yöntemlerden biri olan Chernoff yüz analizi için SAS makrosunu hazırlamıştır.

Gençer vd. (2004), farklı Anadolu arısı (*Apis mellifera anatoliaca*) ekotipinden toplam 24 koloniyi morfolojik analiz için rasgele örneklemiştir. 10 morfolojik özellik üzerinde morfometrik ölçümler yapmışlardır. Morfometrik verileri temsil eden ebeveyn ve yavruların verilerine çok değişkenli bir grafik yöntemi (Chernoff yüzleri) uygulamışlardır. "Chernoff yüzleri"nin, ekotipler ile ebeveynler ve yavrular arasındaki farkları ayırt edilebilir, basit ve hızlı görsel karşılaştırmalar sağladığını ve yavru grupların ebeveyn gruplarına göre damızlık kolonilerine daha benzer olduklarını belirtmişlerdir. Chernoff'un temsil edilmesinin, farklı bal arısı popülasyonlarının morfolojik karakterleri bakımından ayırt edilmesinde belirleyici ve kolay bir araç olduğunu ifade etmişlerdir.

Spinelli ve Zhou (2004), çalışmasında öğrencilerine verdiği Chernoff yüzünü kullanarak "Amerika'da yaşam kalitesi"nin mekânsal dağılımının haritalandırılması konulu projede, seçilmiş altı değişkenle ArcGIS teknolojisini kullanarak basit bir choropleth yerine karmaşık bir harita oluşturmalarını istemişlerdir. Proje sonunda Yaşam kalitesini incelemek için Chernoff yüz haritasını yapmanın, hem öğretmenler hem de öğrenciler için benzersiz bir deneyim sağladığını belirtmişlerdir.

Astel vd. (2006), su kalitesindeki mekânsal değişiklikleri daha iyi anlamak için basit ama güçlü görüntüleme araçları kullanarak içme suyunu izlemişlerdir. Araştırmada 1993-2000 döneminde Gdańsk (Polonya)'da on iki ilçeden toplanan içme suyu örneklerinin sınıflandırılması için Chernoff's Faces görselleştirme yaklaşımını kullanmışlardır. Karmaşık veri matrisi sonuçlarını kapsayan Chernoff yaklaşımının başarılı sonuç verdiğini belirtmişlerdir.

Yau (2007), Chernoff'un yüzlerinin amacının dudak, göz ve burun büyüklüğü gibi yüz özellikleriyle aynı anda bir grup değişkeni gösterdiğini belirtmiş ve ücretsiz bir program olan R için Chernoff yüzlerini çizmeyi anlatmıştır.

Bilgin ve amurcu (2008), veri madenciliğinde güncel araştırma alanlarından biri olan çok boyutlu veri tabanları ve bunların görselleştirilmesinde kullanılan görselleştirme tekniklerini incelenmişlerdir. Geleneksel yöntemlere göre veri görselleştirme araçlarının (geometrik izdüşüm, ikon tabanlı, piksel tabanlı, hiyerarşik, graf tabanlı ve karma teknikler) yüksek ölçeklenebilirlik özellikleri ile gelecek yıllarda artacak olan boyut ve büyüklüklere uyum sağlamakta daha avantajlı olduğunu ifade etmişlerdir.

Raciborski (2009), STATA programında çok değişkenli verilerin görsel sunumunda kullanılan yöntemlerden biri olan Chernoff yüz algoritmasını hazırlamıştır. Chernoff komutlarının kullanımının basit ve herhangi bir özel istatistiksel beceri gerektirmediğini belirtmiştir. Algoritmanın kümeleme, aykırı değerleri ve zamansal eğilimleri saptamak için yüksek boyutlu verilerin görselleştirilmesine dayanan birçok farklı alanda yararlı olacağını ifade etmiştir.

Kabulov ve Tashpulatova (2010), Chernoff yüzünde 20 olan parametre sayısını Excel-VBA programında yeni bir uygulama ile sakal, bıyık, sa kesimi ve renklendirme gibi yeni yüz özellikleri ile 22' ye çıkarmışlardır. Geliştirdikleri Chernoff yüzünün daha fazla bilgi içerdiğini ve her bir parametre değerinin aralık tahmini yapmaya izin verdiğini ifade etmişlerdir.

Song vd. (2010), V sisteminde başarılı ve verimli olan Chernoff yüzlerinin kümelenmeye uygulanmasını araştırmışlardır. İki yüz arasındaki mesafe,  $L_2$ 'deki tam bir ortogonal fonksiyon sistemi olan V sistemi aracılığıyla frekans alanını hesaplamışlardır.  $[0,1]$ ' de ve elde edilen mesafeye göre yüzleri sınıflandırmışlardır. Chernoff yüzleri başarılı bir grafik sunum tekniği olmasına rağmen, yüz kümeleme sonuçlarının uygulama sınırları, insanların öznel yargılarından etkilendiğinden insan görsel hatası nedeniyle yanlış anlaşılmaları önleyebilecek yeni bir otomatik kümeleme yöntemi geliştirdiklerini ifade etmişlerdir.

Pitt vd. (2011), Çalışmasında bir şarap markasının sosyal medya alanında nasıl temsil edildiğini belirlemek için, altı şarap markasındaki sosyal medya verilerini (örnekleme amaçlı uygun bir örnek) toplamışlardır. Çok değişkenli verilerin gösterimi için Chernoff yüzleri grafiğini oluşturmak için Stata programını kullanmışlardır. Yüzlerin, verilerin yorumlanmasını kolaylaştırmak için birbiriyle ilişkili birden fazla değişkenin görsel olarak temsil edilebileceğini göstermişler ve metodolojinin kısıtlamaları ve gelecekteki araştırmalar için öneride bulunmuşlardır.

Kim vd. (2012), çalışmasında mevcut EPD metodunun (renk ve gerçek moleküler özellikler arasında anlamlı bir ilişki bulunmaması, bireysel tekniklerden katkıları tespit etmede zorluklar ve renk körü bireyler tarafından sınırlı yeterlilikte yorumlanabilme) eksikliklerden dolayı EPD'yi tamamlayan üç geliştirilmiş veri görselleştirme yaklaşımı kullanmışlardır. EPD metodu için, üç tip; (1) RGB renkleri, radar grafiklerini kullanarak (2) eşkenarlı çokgenleri ve (3) Chernoff yüz diyagramlarını kullanarak veri görselleştirme tekniğinin avantaj ve dezavantajlarını belirtmişlerdir.

Höller vd. (2013), en önemli Glyph özelliklerinin renk, şekil ve boyut olduğunu göstermişlerdir. Bunun için, Paralel Koordinatlar, Yıldız Glifleri, Çubuk Figürleri ve Yüzler gibi sunum şekillerini; Matlab, UNISTAT, APLPACK, Wolfram Mathworld ve Datavis programlarında uygulamalarını tartışmışlardır. Chernoff yüzünün, verilere ilk bakış için iyi bir araç sunarken, beynin ön-özenli yüzleri yorumlayamaması ve yüzleri kendi kişisel algılarına göre yorumlayan izleyiciler tarafından yarattığı uyumsuzluk nedeniyle genellikle güvenilmez olduğunu ifade etmişlerdir.

Lee vd. (2013), çok değişkenli verilerin görsel sunumunda kullanılan yöntemlerden biri olan Chernoff yüz analizi için hazırlanan SAS makrosunda kullanılan 18 yüz özelliğini incelemişler ve mevcut günlerde iyi bir yüz tanımına bağlı olarak değiştirilmiş program sunmuşlardır. Ek olarak, istikrar, tüketici memnuniyeti, sağlamlık ve bankaların kârlılığını temsil eden 11 banka ekonomik göstergesine dayanarak Chernoff'un yüz analizi yoluyla 15 yerli banka için iyi bir banka değerlendirmesi yapmışlardır.

Ki (2016), Chernoff yüzleri kullanımının yerel yönetimler için daha iyi bir araştırma aracı veya pazarlama yöntemi olabileceğini belirtmiştir. Ancak yüz unsurlarını istatistiksel değişkenlerle eşleştirmek için net bir standart olmaması gibi bazı belirsizliklerin bulunduğunu belirtmiştir.

Kim ve Cooke (2017), iki ülkedeki iki kentin kamuya açık kütüphane operasyonlarının ve hizmetlerinin Chernoff yüz yöntemini kullanarak büyük bir veri analizi yapmışlardır. Çalışmayı, Chernoff yüzünü analiz ederek kütüphane hizmetlerini değerlendirmek üzere tasarlamışlardır. Londra ve Seul'deki halk kütüphanelerine ilişkin büyük verileri, sırasıyla Chartered Public Finance and Accounting (Kamu Maliyesi ve Muhasebe) Enstitüsü ve Kore hükümetinin bir Chernoff yüzü çizmek için hazırladığı web sitesinden toplamışlardır. Değişkenler ve insan yüzü özellikleri arasındaki ilişkiyi anketle belirlemişlerdir. Chernoff yüz yönteminin, çok sayıda analiz örneğinin karşılaştırılmasına kolayca olanak tanıdığını belirtmişlerdir. Düzenlenmiş verilerden R programlama dili kullanılarak toplamda 58 Chernoff yüzü çizmişlerdir. Londra'daki yerel yönetimlerin çoğunun Seul' ünkinden daha iyi performans gösterdiğini ortaya koymuşlardır. Bu sonucun yerel yönetimlerin Londra'da daha fazla kütüphane işletmesi, daha fazla bütçeye yatırım yapması, daha fazla personel tahsis etmesi ve Seul'daki yerel yönetimlerden daha fazla koleksiyona sahip olması anlamına geldiğini belirtmişlerdir. Büyük veri analizi için Chernoff yüz yönteminin, kütüphane hizmetleri için yeni bir değerlendirme tekniği sunduğunu ve bu çalışmanın, kütüphane ve bilgi araştırmalarında kütüphane hizmetlerinin büyük veri analizi için Chernoff yüz yöntemini kullanan ilk çalışma olduğunu ifade etmişlerdir.

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

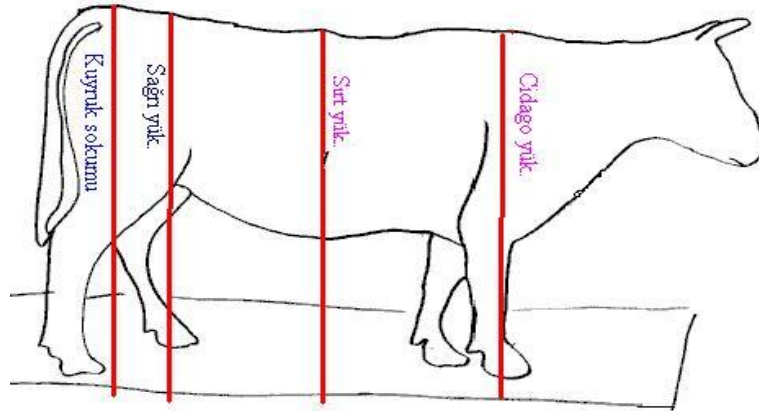
Çalışmada, Chernoff yüzleri ile birçok özelliğin bir arada bulunduğu hayvansal veri setlerini uygulamalı incelemek için büyükbaş hayvan, küçükbaş hayvan ve arı verileri kullanılmıştır. Kullanılan büyükbaş hayvan verileri Şubat 2002'de Isparta iline bağlı Atabey ilçesindeki yemhane tesisinde bulunan 20 adet İsviçre esmeri sığırdan, küçükbaş hayvan verileri Isparta iline bağlı merkez köylerde bulunan 10'u dişi 10'u erkek 20 adet kıl keçisinden elde edilmiştir. Ayrıca 20 adet bombus arı verileride kullanılmıştır. Kullanılan hayvansal verilerdeki değişkenler ve bazı değişkenlerle ilgili açıklamalar aşağıda verilmiştir. Yükseklik ölçüleri, uzunluk ölçüleri ve derinlik ölçüleri ölçü bastonu ile genişlik ölçüleri ise ölçü pergeliyle alınır.

**Büyükbaş hayvan verilerindeki başlıca değişkenler:** Başlangıç ağırlığı (kg), bitiş ağırlığı (kg), karkas ağırlığı (kg), randıman (%), günlük canlı ağırlık artışı (kg), toplam canlı ağırlık artışı (kg), kuru madde tüketimi (kg), ve yemden yararlanma oranıdır.

**Cidago yüksekliği:** Cidagonun en yüksek noktasından yere kadar olan dikey mesafedir.

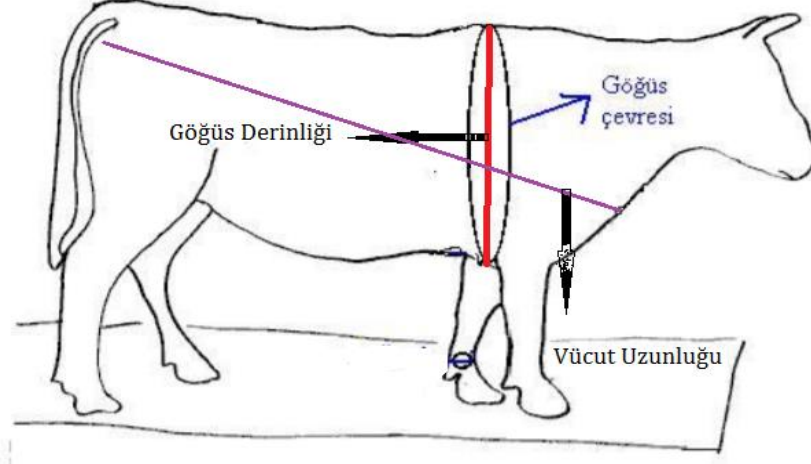
**Sırt yüksekliği:** Son sırt omuru diken çıkıntısı ile yere kadar olan dikey mesafedir.

**Sağrı yüksekliği:** Sağrı kemiğinin en yüksek noktasından yere kadar olan dikey mesafedir (Şekil 3.1). (Göncü, 2019).



Şekil 3.1. Besi hayvanının yükseklik ölçüleri

**Vücut uzunluğu:** Omuz ucunda (atriculus huneri) oturak yumrusu ucuna (tuber ichii) kadar meyilli bir hattır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Besi hayvanının göğüs derinliği, göğüs çevresi ve vücut uzunluğu (Göncü, 2019)

**Göğüs derinliği:** Kürek kemiği arkasında cidagonun en yüksek noktasından göğüs kemiğine kadar olan mesafedir.

**Göğüs çevresi:** Kürekler arkasından göğüs çevresi ölçü şeridi ile alınır.

#### **Toplam canlı ağırlık artışı**

$$TCAA(kg) = A_2 - A_1 \quad (3.1)$$

$A_2$  = Herhangi bir dönem sonu canlı ağırlığı,

$A_1$  = Herhangi bir dönem başı canlı ağırlığı

#### **Günlük canlı ağırlık artışı:**

$$GCAA(kg/gün) = A_2 - A_1 / \text{Gün} \quad (3.2)$$

$A_2$  = Herhangi bir dönem sonu canlı ağırlığı,

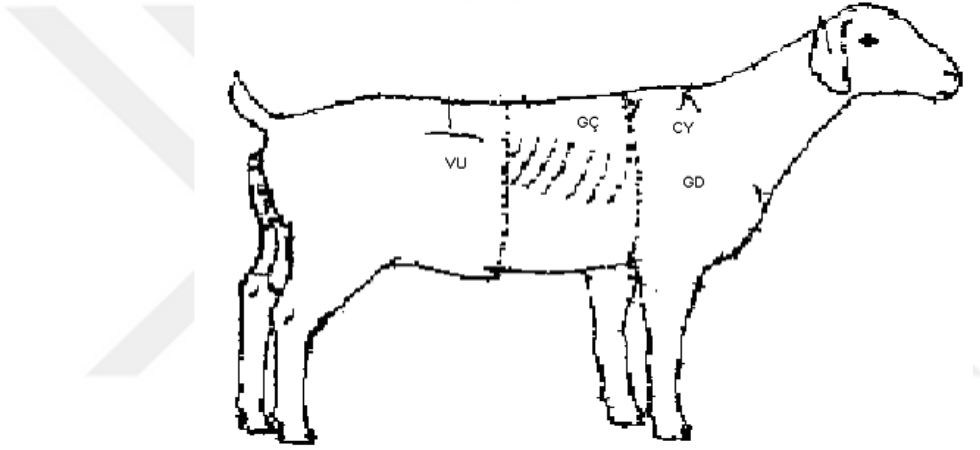
$A_1$  = Herhangi bir dönem başı canlı ağırlığı

**Yemden yararlanma yeteneği:** Hayvanın besi süresi içinde yediği yem miktarının, aynı besi süresinde kazandığı ağırlığa(kg) bölünmesiyle elde edilir.

**Karkas ağırlığı:** Kasaplık hayvanın kesilip baş, ayaklar, deri, kuyruk ve bütün iç organları ayrıldıktan sonra geride kalan bütün gövdesinin tartılmasıyla elde edilen ağırlıktır.

**Randıman:** Karkas ağırlığının kesim öncesi canlı ağırlığa oranıdır.

**Küçükbaş hayvan verilerindeki başlıca değişkenler:** Kulak uzunluğu, alın genişliği, baş uzunluğu, göğüs çevresi, göğüs derinliği, sağrı yüksekliği, cidago yüksekliği, sırt yüksekliği ve vücut uzunluğudur. Şekil 3.3. ve Şekil 3.4.' te vücut uzunluğu (VU), cidago yüksekliği (CY), göğüs genişliği (GG), göğüs derinliği (GD), göğüs çevresi (GÇ), ön sağrı genişliği (ÖS), orta sağrı genişliği (OS) ve arka sağrı genişliği (AS) gösterilmiştir (Çankaya, 2005).



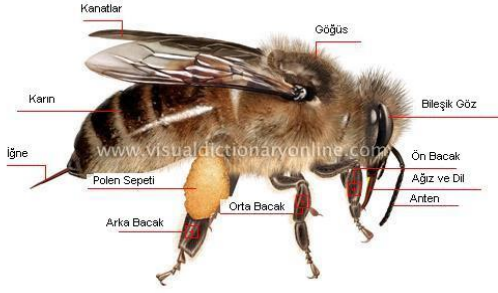
Şekil 3.3. Keçilerde vücut özelliklerine ait uzunluk ölçülerinin alındığı kısımlar



Şekil 3.4. Keçilerde vücut özelliklerine ait genişlik ölçülerinin alındığı kısımlar

**Arı verilerindeki başlıca değişkenler:** Ağırlık, dil uzunluğu, kanat genişliği, kanat uzunluğu, kanat indeksi, metatarsus uzunluğu, metatarsus genişliği, metatarsus indeksi, tibia, femur ve bacak uzunluğudur. Şekil 3.5 - 3.8' de gösterilmiştir (Turan, 2011; Özbakır, 2011).

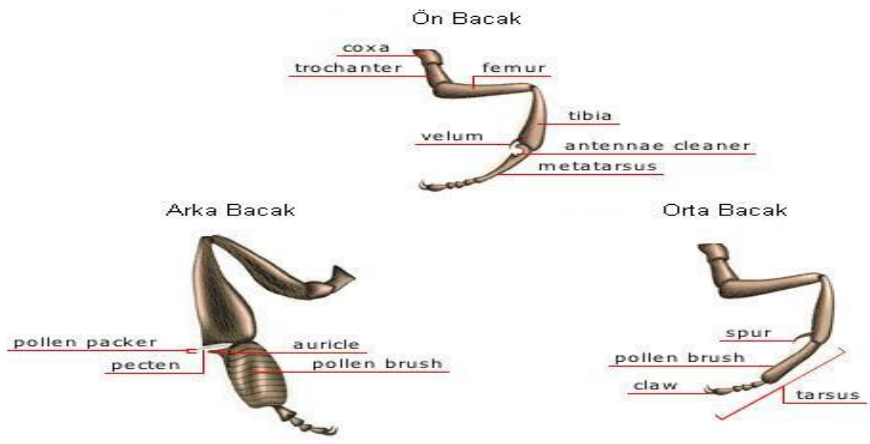




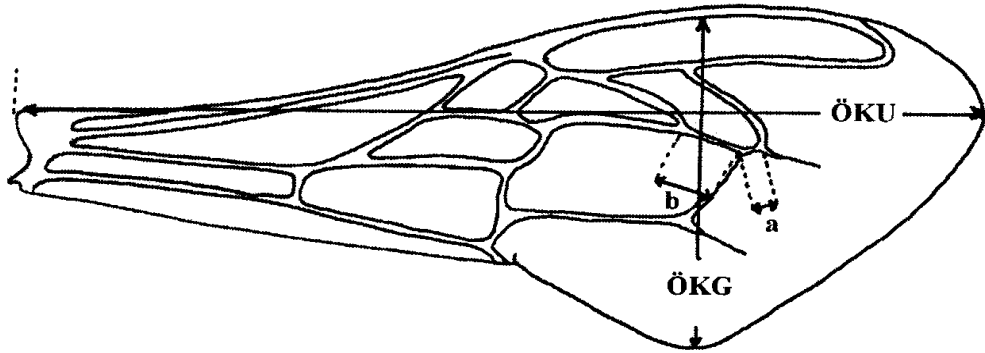
Şekil 3.5. Arılarda vücut organları



Şekil 3.6. Arılarda baş ve organları



Şekil 3.7. Arılarda bacak karakterleri



Şekil 3.8. İşçi arı ön kanat uzunluğu (ÖKU) ve ön kanat genişliği (ÖKG)

## 3.2. Yöntem

Son yıllarda veri görselleştirme, karmaşık ve dağınık verileri bir araya toplayarak kolay algılanabilir görseller aracılığıyla anlaşılır ve yorumlanabilir hale getirdiği için önemi artan bir yöntemdir. Verileri görselleştirmede açık ve net bir bilgi akışı sağlayabilmek için tablo ve grafik öğelerden yararlanılarak yorumlama, analiz etme, karşılaştırma gibi bilişsel süreçler çok daha etkin ve verimli olarak gerçekleştirilebilir. Veri görselleştirme teknikleri sayesinde veri hakkında genel bir kanıya varılabilir ve analiz esnasında önemli olabilecek gizli kalmış küçük örüntülerin keşfedilmesi mümkün olabilir (Anonim, 2019).

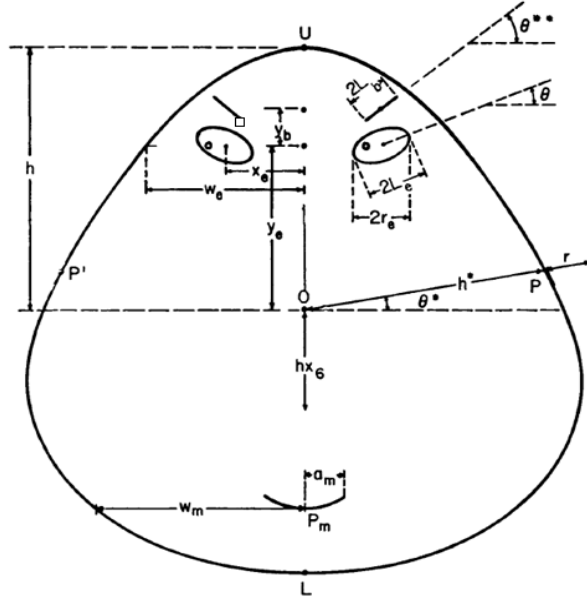
Çok boyutlu veri görselleştirme teknikleri altı sınıfa ayrılmıştır. Bunlar, geometrik izdüşüm teknikleri, ikon tabanlı teknikler, piksel tabanlı teknikler, hiyerarşik teknikler, graf tabanlı teknikler ve karma teknikler olarak literatüre girmiştir (Keim ve Kriegel, 1996).

İkon tabanlı teknikler; Yıldız koordinatları ve Chernoff yüzleri çok boyutlu verilerin ikon veya sembollerle kodlanarak görüntülenmesidir. Bir nesnenin her özelliği, bir ikonun farklı uygun görünümü ile ifade edilir. Özelliğin değeri ikonun görünümünü yansıtacak özellikte olmalıdır. Yıldız koordinatları tekniği her özellik için bir eksen kullanır. Bu eksenlerin tümü bir merkez noktadan yayılır ve tüm özellik değerleri [0-1] aralığına ölçeklenir. Chernoff yüzleri tekniğinde ise her özellik bir yüz ikonunun görünümü ile ilişkilendirilir ve özellik değeri yüz şeklinin nasıl ifade edileceğini belirlemede kullanılır (Bilgin ve Çamurcu, 2007).

### 3.2.1. Chernoff yüzleri

Gözlemcinin verinin özünü anlama yeteneğini kolaylaştırmak ve ona uygun analiz yöntemlerini seçmesine yardımcı olmak için verileri grafiksel olarak göstermek önemlidir. Verilerin ikiden büyük boyutunun olması durumunda, bunu yapmak oldukça zordur. Yüz metodu bu problemle başa çıkmak için geliştirilmiştir (Chernoff, 1973). Çok boyutlu verileri temsil etmek için yüz metodu, 1971'de Stanford Üniversitesi'nde iken Deniz Araştırmaları Ofisi ile yapılan bir sözleşme kapsamında Profesör Herman Chernoff tarafından tanıtılmıştır (Bruckner, 1976; Spinelli ve Zhou,

2004). Herman Chernoff' ın ortaya attığı yöntemde 18 ve daha az değişkenli verilerde, çok boyutlu bir alandaki her veri noktası bir karikatür yüzü olarak gösterilmektedir. 18 parametrenin değiştirilmesi yüzün görünüşünün değiştiğini belirterek her yüzün 18 boyutlu uzayda bir noktayı temsil ettiğini ifade etmiştir. Chernoff yüzlerini; verilerin koordinatlarının her birindeki varyasyonun, yüzdeki bir özelliğin değişimi ile ifade edilmesi şeklinde ifade edebiliriz. Bir verinin çok boyutlu değeri, tek bir yüzdeki ifade ile temsil edilir. Örneğin, verilerin bir koordinatı, ağzın eğriliği, diğeri gözlerin büyüklüğü vb. ile temsil edilebilir. Tipik bir Chernoff yüzü Şekil 3.9 'da verilmiştir. İnsanın algılama sistemi 3 boyut ile sınırlı olduğundan daha fazla boyut içeren verileri algılayamamaktadır. Bu yöntemin gücü, yüzün öğelerini birleşik bir zihinsel yapıya entegre etme kabiliyetinden kaynaklanmaktadır (Bruckner, 1976).



Şekil 3.9. Orijinal Chernoff yüzleri (Bruckner, 1976)

Orijinal Chernoff yüzünde bulunan parametreler;

- $X_1$ : Yüz genişliği- $h^*$  (Face width)-  $|OP|$
- $X_2$ : Kulak seviyesi- $\theta^*$  (Ear level),  $OP$ 'nin yatay açısı
- $X_3$ : Yüz yüksekliği- $h$  (half-face height),  $|OU|$
- $X_4$ : Üst yüz eksantrikliği (Eccentricity upper elipse),
- $X_5$ : Alt yüz eksantrikliği (Eccentricity lower elipse),
- $X_6$ : Burun uzunluğu (Length of nose),
- $X_7$ : Ağız merkezi (seviye)- $P_m$  (Mouth center (level)),

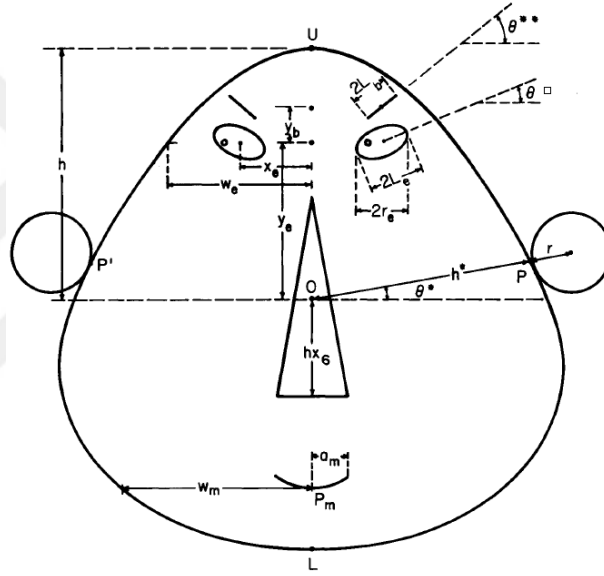
- $X_8$ : Ağız eğriliği (Mouth curvature),  
 $X_9$ : Ağız uzunluğu (Mouth length),  
 $X_{10}$ : Göz merkezinin yüksekliği- $Y_e$  (Height of center of eyes),  
 $X_{11}$ : Göz ayrımı- $X_e$  (Eye separation),  
 $X_{12}$ : Göz eğimi-  $\theta$  (Eye slant),  
 $X_{13}$ : Göz eksantrikliği (Eccentricity of eyes),  
 $X_{14}$ : Göz büyüklüğü  $L_e$  (Length of eye),  
 $X_{15}$ : Gözbebeği pozisyonu (Pupil position),  
 $X_{16}$ : Kaş yüksekliği- $Y_b$  (Eyebrow height),  
 $X_{17}$ : Kaş açısı-  $\theta^{**}$ - $\theta$  (angle of eyebrow),  
 $X_{18}$ : Kaş uzunluğu (Eyebrow length) şeklindedir.

Geometride eksantriklik, bir konik kısmın özelliklerini belirtmek için kullanılan bir terim olup genel olarak e harfi ile gösterilir. Eksantrikliğin, kabaca sözü edilen konik kısmın çemberden ne kadar farklı olduğunu gösteren bir sayı olduğu söylenebilir. Konik kısımlarda: Çemberin eksantrikliği 0'dır (Wikipedi, 2019).

Chernoff yüzünün inşasında; yüzün ana hatları iki elipsten oluşur. Merkez O noktasından, bir köşe P noktasına bir ışın çekilmektedir. Karşı tarafta, P ve OP'nin aynı uzunlukta ve dikey olarak simetrik olması için P'de ikinci bir köşe noktası alınır. Sırasıyla U ve L ile temsil edilen yüzün alt ve üst kısmı  $|OL|$  ve  $|OU|$ 'nin dikey ve eşit uzunlukta olacağı şekilde seçilmektedir. Yüzün üst kısmı; U, P, P' ve  $X_4$  (Eksantriklik üst elips) ile belirlenen bir elipstir. Benzer şekilde yüzün alt kısmı; L, P, P' ve  $X_5$  (Eksantriklik alt elips) ile tanımlanır. Burun, O noktası ile dikey bir çizgidir. Oysa ağız dairesel bir yaydır. Gözler; her ikisi de gözlerin merkezinden aynı yatay mesafede bulunan göz bebeği olan elipsler olarak gösterilir. Kaşlar, gözlerin üzerinde eğimli çizgi parçalarıdır. Hem gözler hem de kaşlar, O noktası ile dikey çizgiye göre dikey olarak simetriktir. Daha sonra  $|OP|(X_1)$  ve  $|OU|(X_3)$  'nun etkilerini azaltmak için yüzün genişliğinin ve yüksekliğinin iki santim normalleştirilmesi uygulanır.

Üç eksantriklik parametresi (Eksantriklik üst elips, Eksantriklik alt elips, Göz eksantrikliği) ve ağız eğriliği dışındaki diğer tüm parametreler doğrusal olarak 0 ile 1 aralığında normalleştirilir. Söz konusu köşe noktalarına sahip örnek bir yüz, şekil 3.10'da görülmektedir (Höller vd., 2013).

1975 yılında Los Alamos Bilim Laboratuvarı'nda (LASL), burun ve kulakları genişliği Chernoff yüzüne eklenmiştir.  $X_{19}$ : Kulak çapı- $r$  (Ear diameter) ve  $X_{20}$ : Burun genişliği (Nose width) eklenmiş 20 parametrelilik Chernoff yüzü verilmiştir (Şekil 3. 10). 1975' ten sonra Chernoff yüzlerinde bulunan parametrelerin değiştirilmesi yüzün görünüşünü değiştirmektedir.



Şekil 3.10. Davis'in Chernoff yüzleri (Bruckner, 1976)

Yüz tanımlarının pek azı tamamen doğrudur. Çünkü yüz özelliklerinin çoğu, özellik ile ilişkili veriler ve diğer özelliklerle ilişkili veriler tarafından kontrol edilir. Örneğin, gerçek yüz genişliği, sadece  $h^*$  değil, aynı zamanda  $\theta^*$  fonksiyonudur; ağız uzunluğu  $a_m$  ve  $w_m$ 'ye bağlıdır.

Chernoff (1973), yüz özelliklerinin aralıklarını, yüzlerin daha "insan" görünmesi ve tüm özelliklerin gözlenebilmesi için ayarlanmıştır. Göz boyutu, göz bebeğinin görebileceği, ağız uzunluğu, kıvrım görülebilecek şekilde ayarlanmıştır.

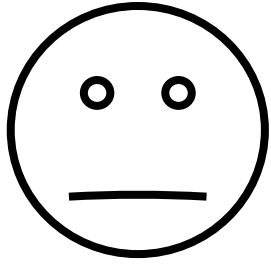
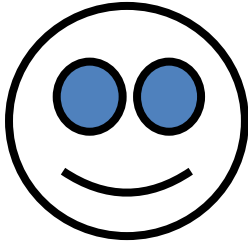

Tüm özelliklerin gözlenebilir olması önemlidir; yüzlerin insan benzeri özelliklere sahip olması tercih ve uygunluk meselesidir. İnsan benzeri özelliklerin kullanılması, bir veri kümesinin yorumlanmasına katkıda bulunmaktadır.

Chernoff yüz tekniği, çok boyutlu verileri görüntülemek ve analiz etmek için kullanılan çeşitli grafik tekniklerden biridir. Doğru kullanıldığında, verinin doğası hakkında yararlı bilgiler sağlar ve diğer grafik tekniklere göre bazı önemli avantajları vardır. İkon grafiklerinden Chernoff yüzlerini bir örnek üzerinde gösterecek olursak;

**Örnek:** Montofon, Holstein, Simental ırklarının canlı ağırlığı, cidago yüksekliği ve bacak boyu özelliklerinin ortalamalarını kullanarak Chernoff yüzleri ile gösteriniz?

Çizelge 3.1. Irklara ait bazı özelliklerin değerleri

		Montofon	Holstein	Simental	Ortalamalar
Canlı Ağırlık	1	550	580	600	576.67
Cidago Yüksekliği		125	128	130	127.67
Bacak Boyu		55	57	60	57.33
Canlı Ağırlık	2	500	550	600	550
Cidago Yüksekliği		130	135	140	135
Bacak Boyu		60	62	65	62.33
Canlı Ağırlık	3	610	660	680	650
Cidago Yüksekliği		127	130	132	129.67
Bacak Boyu		52	54	55	53.67

Montofon	Holstein	Simental
		

Şekil 3.11. Irkların Chernoff yüzleri ile gösterimi

Chernoff yüzlerinde bir simge tek başına bir değişkendir. Değişkenler şematik yüzlerle görselleştirilir. Böylece grafik için seçilen değişkenlerin göreceli değerleri, belirli yüz özelliklerinin varyasyonları ile temsil edilir.

Montofon, Holstein, Simental ırklarının canlı ağırlığı, cidago yüksekliği ve bacak boyu özelliklerini uzaklık ölçülerini kullanarak Chernoff yüzleri ile görselleştirilmiştir. Örnekte büyükbaş hayvan ırklarından olan simental (sarı alaca), hoştayn (siyah alaca) ve montofon ırkı hayvanların çeşitli özellikleri yüze görsel olarak aktarılmış ve birbirleriyle karşılaştırma kolaylığı sağlamıştır.

### **3.2.2. Chernoff yüzlerinin avantajları ve dezavantajları**

Çok boyutlu verileri görüntülemek için kullanılan tekniklerin her birinin kullanımıyla ilgili avantaj ve dezavantajları vardır (Chernoff, 1973; Bruckner, 1976).

#### **3.2.2.1. Chernoff yüzlerinin avantajları**

- Yüzler kolayca tanınır ve tarif edilebilir. Çünkü hayatımız boyunca yüzleri ve farklı yüz ifadelerini tanımayı öğrenerek büyüyoruz. Herman Chernoff, yüzleri ayırt edebilme yeteneğimizden dolayı yüzleri seçmiştir.
- Yüzlerin (karikatürlerin), bir yüzün hafızasına gerçek bir yüzünkenden daha fazla benzeme eğiliminde olduğu ve yüzlerimize benzeyen yüz çarpıklıklarının gerçek yüzlerden (veya diğer tuhaf çarpıklıklardan) daha etkili olduğu varsayılmaktadır.
- Diğer çok boyutlu görüntüleme teknikleri (Andrews'un sinüs eğri vb.) arasında ayırım yapmak daha zordur. Chernoff yüzlerini yorumlamada kullanılan dilin ortaklığına güvenilebilir (Yüz yüksekliği, ağız eğriliği veya burun uzunluğu gibi).
- Yüzdeki her bir özellik, çok boyutlu veri setinde bulunan değişken ile bağlama avantajına sahiptir. Bu, Chernoff yüzlerini kullanmanın diğer bir avantajıdır. Gülümseme, bir "zenginlik / fakirlik" değişkenini temsil etmek için kullanılabilir, gözler "başarı" değişkenini veya verimi temsil edebilir.

- Yüz özelliklerinin algılanması üzerine yapılan araştırmalar, uygun kullanım alanlarına ışık tutmaktadır. Bu durum Chernoff yüzlerinin kullanımını ve yorumlanmasını daha öznel hale getirmektedir. Chernoff yüzlerini kullanmanın diğer avantajı öznelliktir. Çünkü öznellik açıktır ve bu, yüz metodolojisini diğer tekniklerden ayırmaktadır.
- Yüzleri kullanmak verilerdeki uç değerlerin keşfinde ve veri biçimlerinin anlaşılması açısından avantajlı ve kullanışlıdır.
- Yüzleri kullanmanın bir diğer avantajı, grafikleri yinelemeden veri değişkenlerinin alt kümelerine yoğunlaşmayı mümkün kılmaktadır. Aynı yüz üzerinde göz ve kulaklarla ilişkili değişkenleri ve daha sonra kulak ve ağızla ilişkili değişkenleri değerlendirmeye alınabilir.

#### **3.2.2.2. Chernoff yüzlerinin dezavantajları**

- Değişkenlerin kantitatif görselleştirmelerine olan yoksunluğu Chernoff yüzlerinin en büyük dezavantajıdır. Çünkü Chernoff yüzlerinde değişkenleri, örüntüleri, kümeleri, korelasyonları ve trendleri anlamak için kalitatifsel bir inceleme yapılır (Martinez ve Martinez, 2005).
- Gözler kulaklardan daha dikkatli algılandığı için karşılaştırma yanılığarı oluşabilmektedir. Yani insan yüzündeki bazı organların diğerlerine göre daha fazla dikkat çekmesi Chernoff yüzlerinin dezavantajıdır (Bilgin ve Çamurcu, 2007).
- Yüzleri kullanmanın dezavantajlarından birisi de, standart bir Chernoff yüzü çizmek için bir cihazın (program) gerekli olmasıdır (Turner ve Tidmore, 1977). Chernoff tipi yüzlerin bir satır yazıcıyla nasıl çizilebileceğini göstermişlerdir.
- Tüm yüzleri eşit büyüklükte yapmak için, her iki yüzün genişliğinin ve uzunluğunun normalize edilmesi, bu iki özelliğe atanan değişkenlerin etkisini ortadan kaldırabilir (Chernoff, 1971).



- Bazı parametrelerin aşırı değerleri, diğer parametrelerin aralığını sıkıştırarak “temsil edilen verilerden kaynaklanmayan yapay bağımlılıklar” ile sonuçlanabilir (Flury ve Riedwyl, 1981).
- Darrel Huff’un “İstatistik ile Nasıl Yalan Söylenir?” kitabına Chernoff yüzlerinin kullanımıyla ilgili aldatmaya dönük yeni bir bölümün eklenmesi gerektiğini ifade etmiştir (Huff, 1954).

Chernoff yüzlerini en iyi avantajlarıyla kullanmak, yüzlerin algılandığı algısal yapılandırmanın orijinal veri noktalarının yapılandırmasına benzemesini gerektirir. Bu, gözlemcilerin yüzler arasındaki benzerlik yargılarının, orijinal veri noktaları arasındaki mesafeleri yansıtması gerektiği anlamına gelir (Bruckner, 1976).

Son yıllarda çok boyutlu verileri araştırmak için Chernoff yüzlerinin kullanımı artmıştır. Tekniğin en yaygın kullanımları, verileri uygun bir biçimde göstermek, kümeleri ve aykırı noktaları keşfetmeye yardımcı olmak ve zaman içindeki değişiklikleri göstermek içindir. Bu yüzden chernoff yüzlerinin kümeleme analizi için kullanımı artmıştır. Chernoff yüz tekniği, keşif amaçlı çok değişkenli veri analizinde etkili bir araç olmaya devam edecektir.

### **3.2.3. Kümeleme analizi**

Kümeleme analizi,  $n$  adet gruplanmamış bireyin  $p$  adet özelliğinden yararlanarak, bunları benzerliklerine göre sınıflara ayırma ve böylece araştırmacıya özetleyici bilgiler verme işlemlerini kapsar. Her kümeleme algoritması iki nokta arasındaki uzaklık veya benzerliği temel alır (Jain ve Dubes, 1988). Kümeleme analizinin asıl amacı bireyleri ya da nesnelere gruplamaktır. Veri indirgeme ve aykırı değerlerin bulunması da kümeleme analizinin amaçları arasında sayılabilir.

Kümeleme analizi, nesnelere ya da bireyleri gruplandırmak için benzerlik ya da yakınlık ölçülerinden yararlanır. Bu ölçülerden hangisinin kullanılacağına karar verilmesi ise veri yapısına ilgilidir. Kümeleme analizinde verilerin yapısına göre uygulanabilecek birçok farklı yöntemler bulunmaktadır.

Kümeleme analizi için, verilerin uygun bir şekilde elde edilmesi ve uygun kümeleme yönteminin belirlenmesi gerekmektedir. Kümeleme analizinde, veriler yerine uzaklık değerlerinin normalliği yeterli görülmekte ve veri setini oluşturan değişkenlerin sürekli olması gerekmektedir. Çünkü iki nokta arasındaki uzaklık veya benzerlik ölçülmemiş ise geçerli bir kümeleme yapmak mümkün değildir (Koşkan, 2007).

Kümeleme analizi içerisindeki hangi teknik kullanılırsa kullanılsın amaç benzer birimleri bir araya getirerek küme içi değişimi minimum, kümeler arası değişimi ise maksimum yapmak olduğundan kümeleme performansı seçilen uzaklık ölçüsü ile doğrudan ilişkilidir. Kümeleme için en uygun uzaklık ölçüsünün seçimi deneyim, beceri, bilgi ve şanslı bir kombinasyonla mümkündür (Gan vd., 2007).

Kullanıcının amacına ve kullanım alanına göre kümeleme analizinin amaçları aşağıdaki gibidir (Ball, 1971):

1. Doğru türlerin belirlenmesi
2. Model oluşturmak
3. Gruplara dayalı tahmin
4. Hipotez testi
5. Veri araştırma (inceleme)
6. Hipotez oluşturma
7. Veri indirgeme

Kümeleme analizinde uzaklıklar, veri matrisinin satırları arasından hesaplanmaktadır. Formüllerde  $i$  ve  $j$  veri matrisinin satırlarını,  $k$  kolonları,  $x_{ik}$ :  $i$ ' nci satır,  $k$ ' nci sütundaki veri ve  $p$  toplam değişken sayısıdır.

### 3.2.3.1. Uzaklık ve özellikleri

Çok değişkenli istatistiksel analizlerde genellikle  $n$  birimin  $p$  değişken bakımından gözlemlenmesi sonucu oluşan veri seti;

$$\mathbf{X} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1j} & \dots & x_{1(p-1)} & x_{1p} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2j} & \dots & x_{2(p-1)} & x_{2p} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots & \vdots \\ x_{i1} & x_{i2} & \dots & x_{ij} & \dots & x_{i(p-1)} & x_{ip} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{nj} & \dots & x_{n(p-1)} & x_{np} \end{bmatrix}$$

Şekil 3.12.  $n \times p$  tipinde  $\mathbf{X}$  matrisi

biçiminde  $n \times p$  tipinde bir  $X$  matrisi ile ifade edilir. Burada  $x_{ij}$ ,  $i$ . birim üzerinden gözlenen  $j$ . değişken değerini ifade eder.  $d(x_i, x_j)$  fonksiyonu negatif olmayan bir fonksiyon olup;  $x_i$  ve  $x_j$  gözlem vektörleri arasındaki uzaklığı ifade eder. Uzaklık fonksiyonuna ilişkin aşağıdaki durumlar söz konusu olabilir (Duran ve Odell, 1974).

Uzaklık  $X$  bir küme olmak üzere  $d : X \times X \rightarrow R$  şeklinde tanımlanan bir fonksiyon eğer tüm  $x_i, x_j \in X$  için,

1.  $d(x_i, x_j) \geq 0$
2.  $d(x_i, x_j) = d(x_j, x_i)$
3.  $d(x_i, x_j) = 0$

Koşulunu sağlıyorsa  $d$ ,  $\mathbf{X}$  üzerinde bir uzaklık olarak adlandırılır (Deza ve Deza, 2006; Servi, 2009).

#### 3.2.3.1.1. Öklidyen uzaklığı

Öklid uzaklığı, standartlaştırılmış verilerden çok orijinal verilere uygulanır. Öklid uzaklığı, gözlem vektörleri arasındaki farkların kareleri toplamının karekökü alınarak hesaplanır. Öklid uzaklığı sapan (outlier) gözlem değerlerinden etkilenmezken, bu uzaklık boyutların farklı birimde olmasından etkilenir. Öklidyen uzaklığı, en çok kullanılan uzaklık ölçülerinden biridir.

Öklid uzaklık ölçüsü kullanılarak iki birim arasındaki uzaklık  $n$  birim sayısı ve  $p$  değişken sayısı olmak üzere;  $i, j = 1, 2, 3, \dots, n$ ,  $i$ . ve  $j$ . birimin birbirine olan uzaklığı;

$$d(i, j) = \sqrt{(x_{i1} - x_{j1})^2 + (x_{i2} - x_{j2})^2 + \dots + (x_{ip} - x_{jp})^2}$$

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^p (x_{ik} - x_{jk})^2} \quad (3.3)$$

şeklinde hesaplanır.

Eşitlik 3.2’de;

$d_{ij}$ ;  $i$ . ve  $j$ . birbirine olan uzaklığı

$x_{ik}$ ;  $i$ . birimin  $k$ . değişkeni

$x_{jk}$ ;  $j$ . birimin  $k$ . değişkeni

$i = 1, 2, \dots, n$ ;  $j = 1, 2, \dots, n$ ;  $k = 1, 2, \dots, p$  ‘dir.  $n$  birim ve  $p$  değişken sayısıdır.

### 3.2.3.1.2. Mahalanobis uzaklığı

İki değişken arasında bir ilişki varsa, bu iki değişken arasındaki kovaryans veya korelasyonu göz önüne alan Mahalanobis uzaklığının kullanılması gerekir. Değer vektörü ile ortalamaların farkının, kovaryans matrisinin tersi ve yine değer vektörü ile ortalamaların farkının tersyüzünün (transpose) çarpımlarının karekökü olarak hesaplanır.  $S$  örneklem kovaryans matrisi ve  $i, j = 1, 2, 3, \dots, n$  için  $x_i, x_j \in X$  olmak üzere Mahalanobis uzaklığı;

$$d(x_i, x_j) = \left[ (x_{ik} - x_{jk})' S^{-1} (x_{ik} - x_{jk}) \right]^{1/2} \quad (3.4)$$

eşitliği ile tanımlanır. Eşitlik de yer alan  $S$ ,  $p \times p$  tipinde örneklem kovaryans matrisini göstermektedir (Sharma, 1996).  $S$ , örneklem kovaryans matrisi  $X$  veri matrisi için,

$$S = cov(x) = \frac{1}{n-1} x' \left( I - \frac{1}{n} j \right) x \quad (3.5)$$

eşitliği ile hesaplanır.

Kovaryans matrisi;

$$S = \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} & \dots & S_{1p} \\ S_{21} & S_{22} & \dots & S_{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ S_{p1} & S_{p2} & \dots & S_{pp} \end{bmatrix}$$

şeklindedir.

S matrisinin esas köşegen üzerindeki terimleri örneklem varyansını gösterirken  $S_{11}^2 = S_{11}$ , diğer terimler değişkenler arasındaki kovaryansı gösterdiğinden S matrisi varyans-kovaryans matrisi olarak da isimlendirilmektedir.

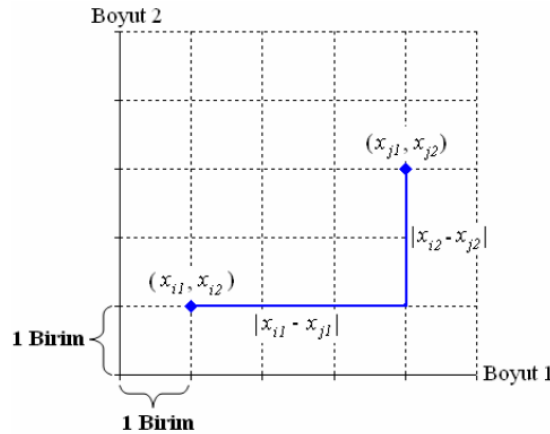
### 3.2.3.1.3. Manhattan (City-Block) uzaklığı

Manhattan uzaklığı birimlerin, değişkenleri arasındaki mutlak farkların toplamına eşittir. Manhattan uzaklığı City-Block uzaklığı olarak da bilinir. Bu ölçüt kullanıldığında farkın karesi alınmadığı için farklılıkların etkisi azalır.

İki gözlem vektörü arasındaki Manhattan uzaklığı ve  $i, j = 1, 2, 3, \dots, n$  için  $x_i, x_j \in X$  olmak üzere,

$$d(x_i, x_j) = \sum_{k=1}^p |x_{ik} - x_{jk}| \quad (3.6)$$

eşitliği ile verilir. Değişken sayısının iki olması durumunda  $p = 2$  için  $x_i$  ve  $x_j$  gözlem vektörleri arasındaki Manhattan uzaklığının hesaplanması Şekil 3.13' de grafiksel olarak verilmiştir.



Şekil 3.13. İki boyutlu düzlemde Manhattan uzaklığı

Şekil 3.13' te iki boyutlu düzlemde gösterilen  $x_i$  ve  $x_j$  gözlemleri arasındaki Manhattan uzaklığı  $3+2=5$  birimdir. Manhattan uzaklığı aynı zamanda metriktir ve  $L_1$  metriği olarak da isimlendirilir.

Manhattan uzaklığı Öklid uzaklığı ile aynı sonucu verir. Ancak Manhattan uzaklık ölçüleri sapan gözlemlerden etkilenmektedir.

#### 3.2.3.1.4. Minkowski uzaklığı

Minkowski uzaklık ölçüsü;

$$d(x_i, x_j) = \left[ \sum_{k=1}^p |x_{ik} - x_{jk}|^q \right]^{1/q} \quad (3.7)$$

dir. Minkowski uzaklık ölçüsü  $q = 1$  için City-Block uzaklık ölçüsüne,  $q = 2$  için ise Euclid uzaklık ölçüsüne eşit olacaktır. Minkowski uzaklık ölçüsü genel bir uzaklık ölçüsü, Euclid ve City-Block uzaklık ölçüleri ise Minkowski uzaklık ölçüsünün özel bir durumudur (Anderberg, 1973; Çelik, 2013).

#### 3.2.3.1.5. Chebyshev uzaklığı

Chebyshev uzaklığı Satranç tahtası uzaklığı olarak da isimlendirilir. d-boyutlu uzayda iki nokta arasındaki maksimum mesafedir. Chebyshev uzaklık ölçüsü;

$$d(x_i, x_j) = \text{maksimum} |x_{ik} - x_{jk}| \quad (i = 1, 2, \dots, p) \quad (3.8)$$

### 3.2.3.1.6. Karesel öklit uzaklığı

Karesel öklit uzaklığı karelenmiş  $L_2$  veya  $\chi^2$  uzaklık ölçülerinden biridir. Karesel uzaklık ölçüsü;

$$d(i, j) = (x_{i1} - x_{j1})^2 + (x_{i2} - x_{j2})^2 + \dots + (x_{ip} - x_{jp})^2$$
$$d_{ij} = \sum_{k=1}^p (x_{ik} - x_{jk})^2 \quad (3.9)$$

şeklinde hesaplanır.

Eşitlik 3.9'da;

$d_{ij}$ ;  $i$ . ve  $j$ . birbirine olan uzaklığı

$x_{ik}$ ;  $i$ . birimin  $k$ . değişkeni

$x_{jk}$ ;  $j$ . birimin  $k$ . değişkeni

$i = 1, 2, \dots, n$ ;  $j = 1, 2, \dots, n$ ;  $k = 1, 2, \dots, p$  'dir.  $n$  birim ve  $p$  değişken sayısıdır.

### 3.2.3.2. Kümeleme yöntemleri

Kümeleme analizinde, bireylerin ya da nesnelerin sınıflandırılması için hangi bireylerin ne şekilde birleştirileceğinin belirlenmesi gerekir. Diğer bir ifade ile iki birey nasıl birleştirilecektir ve oluşan yeni kümeler arasındaki uzaklık nasıl hesaplanacaktır? Bu soruların cevabı için bazı yöntemler önerilmiştir. Bu yöntemlere aşağıda kısaca değinilecektir.

#### 3.2.3.2.1. Aşama sıralı (hierarchical) kümeleme yöntemi

Aşama sıralı kümeleme yönteminde süreç birleştirme ya da ayırmaya dayanır. Birleştirici (toplayıcı, yığıcı) aşama sıralı yöntemde, öncelikle her bir birey bir grup olarak kabul edilir. Daha sonra bu başlangıçtaki gruplar, birbirlerine olan benzerliklerine göre birleştirilir. Sonuçta benzerlikteki azalma, tek gruba inene kadar devam eder. Ayırıcı (dağıtıcı) aşama sıralı kümeleme yönteminde ise başlangıçta bütün bireyler tek bir grup olarak düşürülür. Daha sonra ise bunların bir birinden olan uzaklıklarına göre ayırım yapılır. Grup sayısı mümkün olduğunca birey sayısına eşit

veya yakın olana kadar bu süreç devam eder. Bu iki yöntemle elde edilen sonuçlar iki boyutlu uzayda gösterilebilir. Bu gösterim dendogram ya da ağaç diyagramı olarak adlandırılır.

Birleştirici aşama sıralı kümeleme yöntemlerinden en çok kullanılanı Bağlantı yöntemidir. Bu yöntemle bireyler gruplandırılabilceği gibi aynı zamanda değişkenlerde gruplandırılabilir. Bağlantı yönteminde minimum uzaklık ya da en yakın komşuluk, maksimum uzaklık veya en uzak komşuluk ve ortalama uzaklık olmak üzere üç farklı teknik kullanılmaktadır.

#### **3.2.3.2.1.1. Tek bağlantı ya da en yakın komşuluk**

Tek bağlantı yöntemi, en yakın komşuluk olarak da bilinmekte olup, bu yöntemde önce birbirine en yakın olan bireyler ya da kümeler birleştirilir. Başlangıçta, uzaklıklar matrisindeki en küçük uzaklık bulunur ve bu en küçük uzaklığa sahip nesnelere birbirleri ile birleştirilir. Daha sonra oluşan bu kümenin diğer kümelere olan uzaklığı yeniden hesaplanır ve en yakın olan kümeler yeniden birleştirilir. Bu süreç, tek küme kalıncaya kadar devam eder.

#### **3.2.3.2.1.2. Tam bağlantı ya da En uzak komşuluk**

Tam bağlantı tekniğinde de süreç, tek bağlantı tekniğine benzerdir. Bunlar arasındaki tek farklılık, iki küme arasındaki uzaklık olarak her kümedeki eleman çiftleri arasındaki uzaklığın en büyüğü ele alınmaktadır. Bu teknikte de uzaklık değeri;  $D_{v,w} = \max(d_{ux}, d_{vw})$  olarak alınır. Burada yine  $d_{ux}$  ve  $d_{vw}$  değerleri sırasıyla  $u$  ile  $w$  ve  $v$  ile  $w$  arasındaki en büyük uzaklıktır.

#### **3.2.3.2.1.3. Ortalama bağlantı tekniği**

Bu teknikte iki küme ya da birey arasında uzaklık için bütün birey çiftleri arasında ortalama uzaklık alınır. Bu teknikte de kümeleme önce uzaklıklar matrisinin en küçük değeri ile başlanır. Misal olarak;  $u$  ve  $y$  arasındaki uzaklık en yakın ise  $u$  ile  $v$  birleştirilir ( $uv$ ).



$$d_{(uv)w} = \frac{\sum_i \sum_k d_{ik}}{N_{(uv)} N_w} \quad (3.10)$$

eşitliği (uv) kümesi ile w kümesi arasındaki ortalama uzaklığı verir.

Birleştirmeli (Toplamalı) aşama sıralı kümeleme sürecinde kullanılan bu üç yöntemde aynı algoritmayı kullanılır. Bu metotlarda varyasyon kaynağı ve hata normalde dikkate alınmaz. Bu demektir ki, bu kümeleme yöntemleri, aykırı değerlerin bulunmasında ve etkili gözlemlerin bulunmasında kümeleme hassas olabilmektedir.

### **3.2.4. Chernoff yüz yazılımları**

#### **3.2.4.1. Statgraphics**

Son yıllarda Statgraphics yazılımı milyonlarca veri satırına, 260 gelişmiş işleme ve R arayüzü ile çalışma özelliği sayesinde dikkatleri üzerine çekmiştir. Yazılım veri görselleştirme için son derece kullanışlı ve kolaydır (<http://blog.statgraphics.com/data-science-symposium>). Bu tez çalışmasında STATGRAPHICS 18 yazılımının 30 günlük deneme versiyonu kullanılmıştır.

Statgraphics yazılımı, Chernoff'un (1973) çizdiği ilk yüzü referans olarak insan yüzüne 18 değişkeni atamaktadır. Kulak çapı ve burun genişliği özellikleri bulunmamaktadır (Şekil 3.14). Yazılımda Chernoff yüzleri çizim aşamaları Ek A.2'de verilmiştir.

Feature	Variable	Minimum	Maximum	Reverse
Radius to corner of face	Son Agirlik	0.2	0.8	<input type="checkbox"/> Reverse
Angle of corner from horizontal		0.2	0.8	<input type="checkbox"/> Reverse
Vertical size of face	BasAgirlik	0.8	1.0	<input type="checkbox"/> Reverse
Eccentricity of upper face		0.0	1.0	<input type="checkbox"/> Reverse
Eccentricity of lower face		0.0	1.0	<input type="checkbox"/> Reverse
Length of nose	Tcaa	0.0	1.0	<input type="checkbox"/> Reverse
Vertical position of mouth	Gcaa	0.0	1.0	<input type="checkbox"/> Reverse
Curvature of mouth	YemTuketimi	0.0	1.0	<input type="checkbox"/> Reverse
Width of mouth		0.0	1.0	<input type="checkbox"/> Reverse
Vertical position of eyes		0.2	0.8	<input type="checkbox"/> Reverse
Separation of eyes	Randiman	0.3	0.7	<input type="checkbox"/> Reverse
Slant of eyes		0.2	0.8	<input type="checkbox"/> Reverse
Eccentricity of eyes		0.0	1.0	<input type="checkbox"/> Reverse
Size of eyes	Karkas	0.0	1.0	<input type="checkbox"/> Reverse
Position of pupils		0.0	1.0	<input type="checkbox"/> Reverse
Vertical position of eyebrows		0.8	1.0	<input type="checkbox"/> Reverse
Slant of eyebrows	YemdenYararlanma	0.0	0.5	<input type="checkbox"/> Reverse
Size of eyebrows		0.0	0.6	<input type="checkbox"/> Reverse

Şekil 3.14. Statgraphics Chernoff yüzleri

*Değişken (variable):* Yüzün her bir özelliğini tanımlamak için kullanılan değişkendir.

*Minimum:* Her bir özelliğin minimum ölçeklendirilmesidir.

*Maksimum:* Her bir özelliğin maksimum ölçeklendirilmesidir.

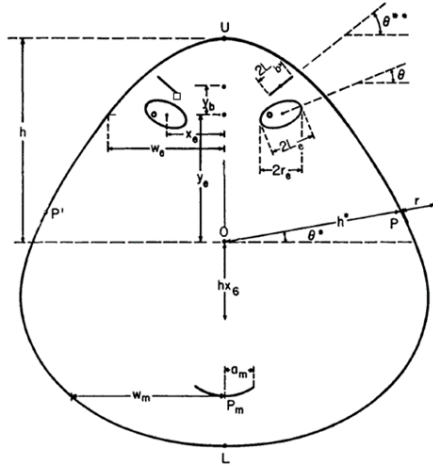
*Ters (reverse):* Ölçeklendirmenin tersine çevrilip çevrilmeyeceğidir (değişkenin maksimum değeri bir özelliğin minimum değerine karşılık geldiği durumlarda).

Yazılımda her özellik, 0 ile 1 arasında değişen bir ölçekleme parametresinin değerine göre ölçeklenir. İstendiği takdirde ölçeklendirme daha dar bir aralıkla sınırlandırılabilir. Değişkenlere atanmamış özelliklerin ölçeklendirilmesi, minimum ve maksimum arasındaki yarı değerde bir değere ayarlanır.

Yüzler, biri diğerinden daha yüksek olan üst üste gelen iki elips oluşturarak çizilir. Elipslerin kesiştiği noktalara yüzün köşeleri denir. Her yüze bir ağız, bir burun, iki göz ve iki kaş çizilir. Her özelliğin ölçeklendirmesi, 0 ile 1 arasında değişen bir h değeri ile tanımlanır.

$$h = \frac{x - \min_x}{\max_x - \min_x} \quad (3.11)$$

Eşitlik 3.11'de  $max_x$  ve  $min_x$ , X değişkeninin gözlemlenen minimum ve maksimum değerleridir.



Her özelliğin detayları aşağıda açıklanmıştır:

1. *Yarıçaptan yüz köşesine (Radius to corner of face)*: Burnun merkezinden (O noktası) yüzün köşelerine (P noktası) olan mesafe.

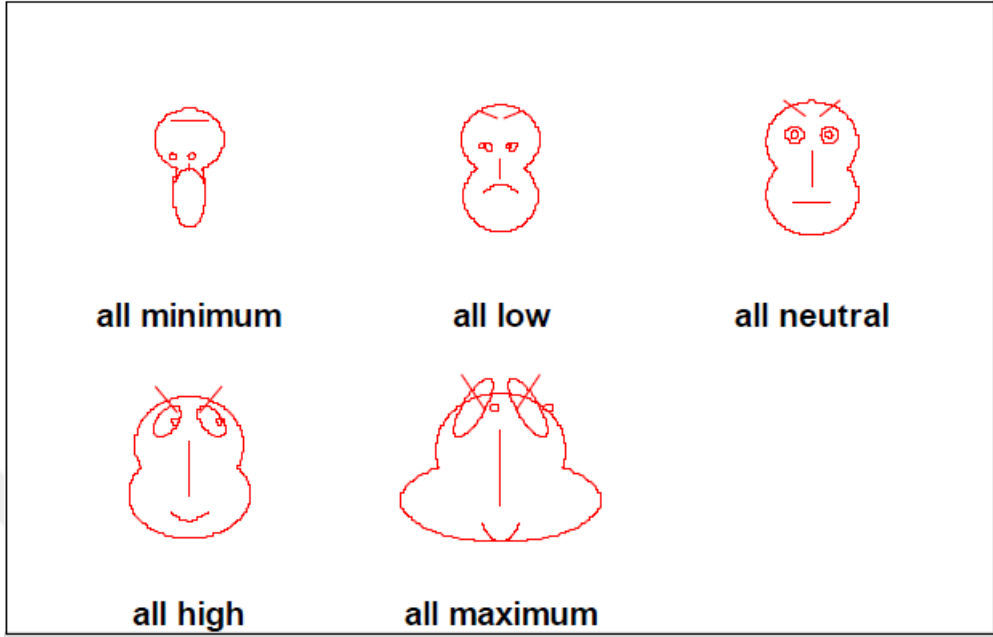
2. *Köşenin yataydan açısı (Angle of corner from horizontal)*: O'dan P'ye çizilen bir çizginin yataydan açısı.

Açı,  $h = 0.5$  değeri, yüzlerin köşelerinin burun merkezi ile aynı hizada olduğu bir durumu temsil ettiği şekilde tanımlanmaktadır.

3. *Yüzün dikey boyutu (Vertical size of face)*: h'in dikey yüksekliğinin yarısını temsil ettiği yüzün dikey boyutu.
4. *Üst yüz eksantrikliği (Eccentricity of upper face)*: Ana eksenin uzunluğunun minör eksene oranı ile ilgili
  - h ölçeklendirilebilir ve  $h=0.5$  değeri bir daireyi temsil eder.
  - $h < 0.5$  değerleri, dikey eksenin yatay eksenden daha uzun olduğu elipslere karşılık gelir.
  - $h > 0.5$  değerleri, yatay eksenin dikey eksenden daha uzun olduğu elipslere karşılık gelir.
5. *Alt yüz eksantrikliği (the eccentricity of the lower face)*:
  - h ölçeklendirilebilir ve  $h=0.5$  değeri bir daireyi temsil eder.
  - $h < 0.5$  değerleri, dikey eksenin yatay eksenden daha uzun olduğu elipslere karşılık gelir.
  - $h > 0.5$  değerleri, yatay eksenin dikey eksenden daha uzun olduğu elipslere karşılık gelir.
6. *Burun uzunluğu (Length of nose)*:  $h = 1$  olan burun uzunluğu, yüzün dikey boyutunun yarısına eşittir.
7. *Ağzın dikey pozisyonu (Vertical position of mouth)*: ağzın pozisyonu
  - $h = 0$  ağzını burnun merkezine eşit yükseklikte konumlandırırken,
  - $h = 1$  ağzını yüzün altında konumlandırır.

- 8. Ağız eğriliği (Curvature of mouth):** Ağızdaki eğrilik miktarı.
- $h = 0.5$  ise, ağız eğriliği yoktur.
  - $h < 0.5$  değerlerinde, ağız bir üzülme oluşturur.
  - $h > 0.5$  olan değerler için ağız bir gülümseme oluşturur.
- 9. Ağız genişliği (Width of mouth):** Ağız genişliği, burada  $h = 1$ , yüzün maksimum genişliğinin yarısına karşılık gelir.
- 10. Gözlerin dikey pozisyonu (Vertical position of eyes):** gözlerin pozisyonu.
- $h = 0$ , gözleri burunun merkezine eşit yükseklikte konumlandırırken
  - $h = 1$ , gözleri yüzün üst kısmında konumlandırır.
- 11. Gözlerin ayrılması (Separation of eyes):** gözlerin merkezi arasındaki mesafe,
- $h = 1$ , yüzün maksimum genişliğinin yarısına karşılık gelir.
- 12. Gözlerin eğikliği (Slant of eyes):** gözlerin eğildiği miktar
- $h = 0.5$  ise gözlerde eğiklik yoktur.
  - $h < 0.5$  değerlerinde, gözler bir yönde eğilir.
  - $h > 0.5$  değerlerinde, gözler diğer tarafa doğru eğilir.
- 13. Gözlerin eksantrikliği (Eccentricity of eyes):** her bir gözü oluşturan elipsin ana ekseninin uzunluğunun, küçük ekseninkine oranıyla ilgili
- $h$  ölçeklenir,  $h = 0.5$  değeri bir daireyi temsil eder.
  - $h < 0.5$  değerleri, dikey eksenin yatay eksenden daha uzun olduğu elipslere karşılık gelir.
  - $h > 0.5$  değerleri, yatay eksenin dikey eksenden daha uzun olduğu elipslere karşılık gelir.
- 14. Gözlerin boyutu (Size of eyes):** gözlerin genişliği.
- 15. Gözbebeği konumu (Position of pupils):** Gözler içindeki gözbebeğinin pozisyonu,
- $h = 0.5$ , gözbebekleri gözlerin ortasına yerleştirir.
- 16. Kaşların dikey pozisyonu (Vertical position of eyebrows):** kaşların pozisyonu
- $h = 0$  kaşları burnun merkezine eşit yükseklikte konumlandırırken
  - $h = 1$  kaşları yüzün üst kısmında konumlandırır.
- 17. Kaşların eğikliği (Slant of eyebrows):** kaşların eğik olduğu miktar
- $h = 0.5$  ise, kaşlarda eğilme olmaz.
  - $h < 0.5$  olan değerler için kaşlar bir yöne eğilir.
  - $h > 0.5$  olan değerler için kaşlar diğer tarafa doğru eğimlidir.
- 18. Kaşların boyutu (Size of eyebrows):** kaşların genişliği

Yazılımda *key glyph*; seçili değişkenlerin yüzlerinin kombinasyonlarının nasıl olduğunu gösterir (Şekil 3.15).



Şekil 3.15. Statgraphics Chernoff yüzlerinin kombinasyonları

Şekil 3.15' te verilen kombinasyonların açıklaması;

- *All minimumlar*: Tüm değişkenler verilerde gözlemlenen minimum değerlere ayarlanır.
- *All düşük*: Tüm değişkenler minimum değerler ve orta kademe arasında yarıya ayarlanır.
- *All nötr*: Tüm değişkenler orta aralığa ayarlanır.
- *All yüksek*: Tüm değişkenler orta kademe ve maksimum değer arasında yarıya ayarlanır.
- *All maksimum*: Tüm değişkenler verilerde gözlemlenen maksimum değerlere ayarlanır.

#### 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çok boyutlu veri görselleştirme araçlarından birisi olan Chernoff yüzlerinin uygulaması pek çok özelliğin bir arada bulunduğu hayvansal verilerde (Büyükbaş hayvan, Küçükbaş hayvan ve arı) uygulamalı olarak Statistica, Statgraphics, R yazılımlarında incelenmiş gerekli karşılaştırmalar yapılmıştır.

##### 4.1. Büyükbaş Hayvan Verileri

Yirmi büyükbaş hayvandan toplanan verilerin tanımlayıcı istatistikleri çizelge 4.1' de verilmiştir.

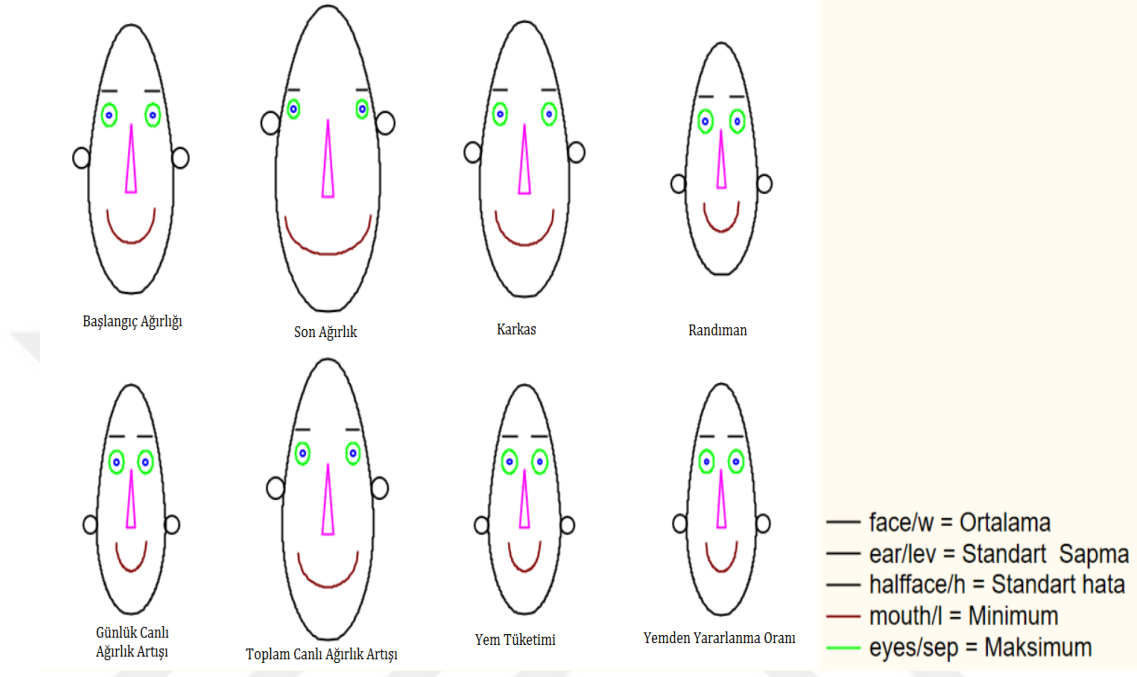
Çizelge 4.1. Büyükbaş hayvanlara ait tanıtıcı istatistikler

	N	Ortalama ( $\bar{X}$ )	Minimum ( $X_{min}$ )	Maksimum ( $X_{max}$ )
Başlangıç ağırlığı, kg	20	182.8±6.04	124.0	247.0
Bitiş ağırlığı, kg	20	441.4±11.72	370.0	600.0
Karkas, kg	20	244.7±7.14	203.0	336.0
Randıman, %	20	55.37±0.38	52.35	58.33
Günlük canlı ağırlık artışı, kg	20	0.89±0.027	0.72	1.21
Toplam canlı ağırlık artışı, kg	20	258.6±7.94	209.0	353.0
Kuru madde tüketimi, kg	20	7.55±0.09	7.13	7.98
Yemden yararlanma	20	8.66±0.06	6.53	11.15

Çizelge 1' de başlangıç ağırlık ortalaması  $182.8 \pm 6.04$  kg, bitiş ağırlık ortalaması  $441.4 \pm 11.72$  kg, karkas ağırlık ortalaması  $244.7 \pm 7.14$  kg, randıman ortalaması  $55.37 \pm 0.38$ , günlük canlı ağırlık artışı ortalaması  $0.886 \pm 0.027$  kg, toplam canlı ağırlık artış ortalaması  $258.6 \pm 7.94$  kg, kuru madde tüketimi  $7.55 \pm 0.09$  kg, yemden yararlanma ortalaması  $8.66 \pm 0.06$  'dır.

#### 4.1.1. Statistica

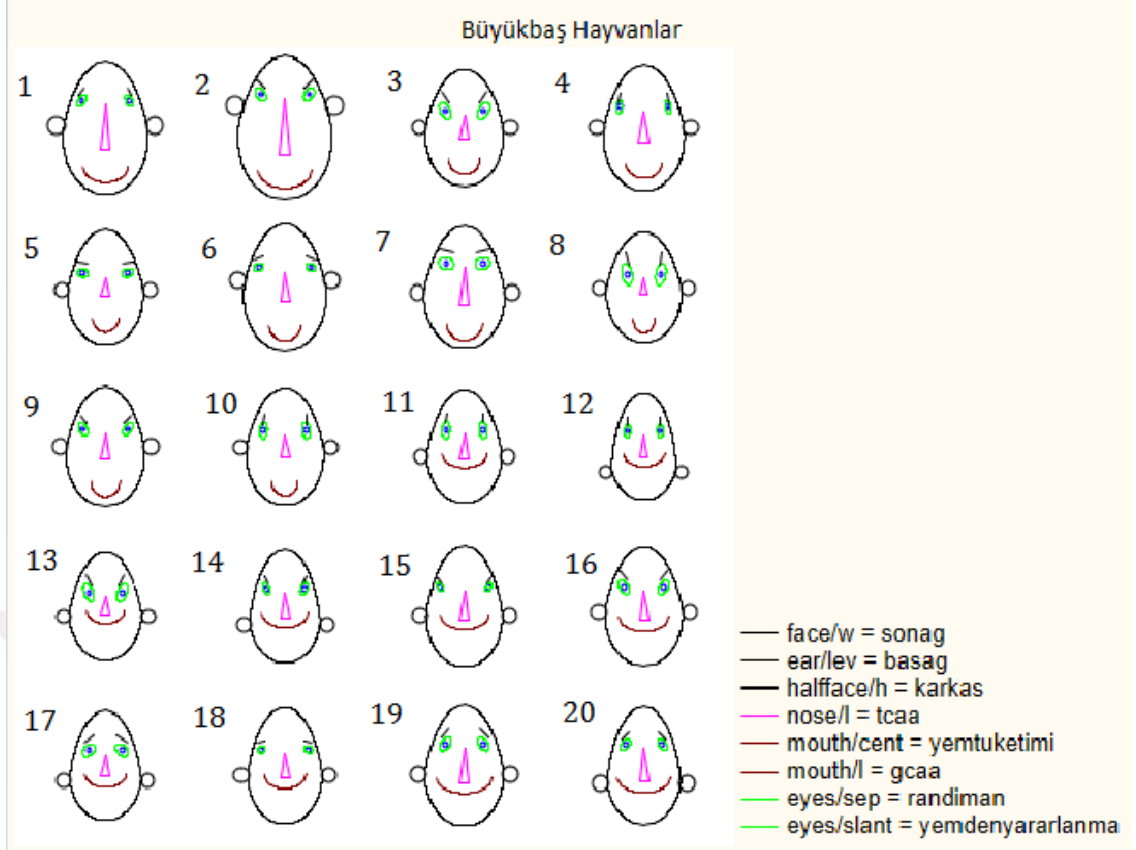
Statistica yazılımında büyükbaş hayvan grubu özelliklerine ait tanımlayıcı istatistiklerin Chernoff yüzleri verilmiştir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Statistica yazılımında büyükbaş hayvanlara ait tanımlayıcı istatistiklerin Chernoff yüzleri

Şekilde bulunan yüzler incelendiğinde; yüz genişliği büyükbaş hayvanlara ait değişkenlerin ortalamasını, kulak seviyesi değişkenlerin standart sapmasını, yarım yüz yüksekliği değişkenlerin standart hatasını, ağız uzunluğu değişkenlerin minimum değerlerini ve göz ayırma mesafesi değişkenlerin maksimum değerlerini ifade etmektedir. Sadece yüz genişliğine bakarak; bitiş (son) ağırlık ortalamasının en büyük, günlük canlı ağırlık artışının en küçük olduğunu yine kulak seviyesinden standart sapmanın, yarım yüz yüksekliğinden standart hatanın, ağız uzunluğundan minimum değerini, gözler arası mesafenin ve maksimum değerini bitiş ağırlığı değişkeni için en yüksek olduğu söylenebilir.

Büyükbaş hayvan verilerini Chernoff yüzleri ile görselleştirmek için uyguladığımız STATISTICA yazılım sonuçları sunulmuştur (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Büyükbaş hayvanlara ait Chernoff yüzleri

Şekilde bulunan yüzler incelendiğinde; yüz genişliği hayvanların bitiş ağırlığını, kulak seviyesi hayvanların başlangıç ağırlığını, yarım yüz yüksekliği hayvanların karkas ağırlığını, burun uzunluğu hayvanların toplam canlı ağırlık artışını, ağız merkezi hayvanların kuru madde tüketimini, ağız uzunluğu hayvanların günlük canlı ağırlık artışını, göz ayırım mesafesi hayvanların randımanını ve göz eğimi hayvanların yemden yararlanma oranını ifade etmektedir.

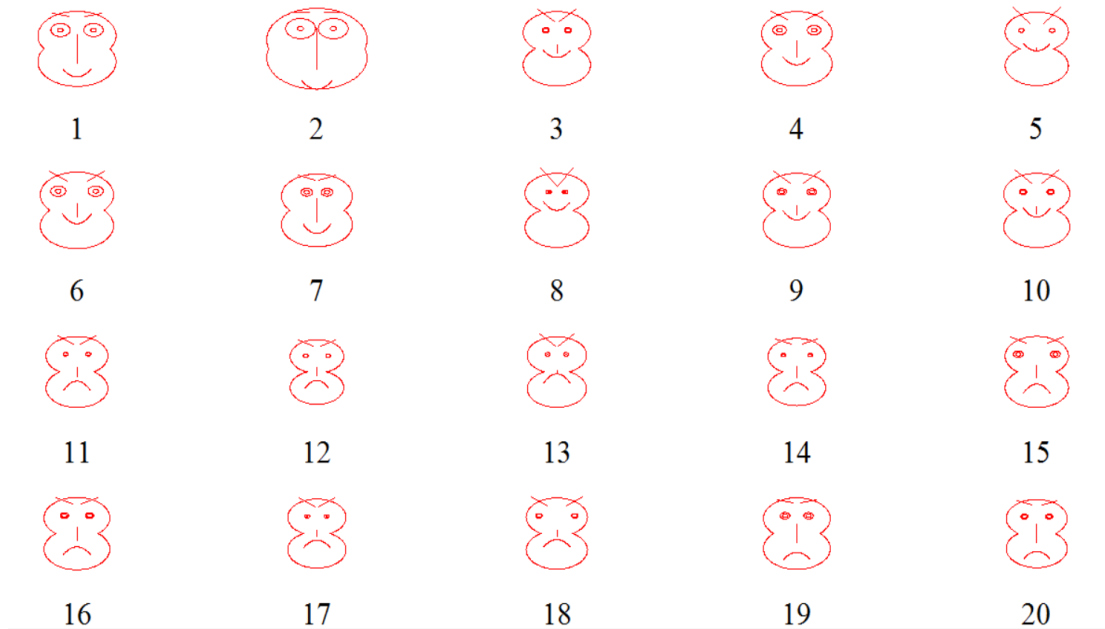
Bitiş ağırlığı değeri arttıkça yüz genişliği artmakta, değerler azaldıkça yüz genişliği daralmaktadır. Bitiş ağırlık değeri en büyük olan hayvan 2 numaralı hayvan ve en küçük olan hayvan 12 numaralı hayvandır. Başlangıç ağırlığı arttıkça kulak seviyesi yukarı doğru çıkmakta, azaldıkça aşağı doğru inmektedir. Başlangıç ağırlığı en büyük olan hayvan 2 numaralı hayvan, en küçük olan hayvan 12 numaralı hayvandır. Karkas ağırlığı arttıkça yarım yüz yüksekliği artmakta, azaldıkça yüz yüksekliği kısalmaktadır. Karkas ağırlığı en büyük olan hayvan 2 numaralı hayvan, en küçük olan hayvan 12 numaralı hayvandır.



Toplam canlı ağırlık artışı büyüdükçe burun uzunluğu artmakta, küçüldükçe burun uzunluğu azalmaktadır. Toplam canlı ağırlık artışı en fazla olan hayvan 2 numaralı hayvan, en az olan hayvan 8 numaralı hayvandır. Günlük canlı ağırlık artışı büyüdükçe ağız uzunluğu artmakta, küçüldükçe ağız uzunluğu azalmaktadır. Günlük canlı ağırlık artışı en fazla olan hayvan 2 numaralı hayvan, en az olan hayvan 8 numaralı hayvandır. Yemden yararlanma oranı azaldıkça göz eğimi artmakta, arttıkça göz eğimi azalmaktadır. Yemden yararlanma oranı en fazla olan hayvan 8 numaralı hayvan, en az olan hayvan 2 numaralı hayvandır. Hayvanların randımanı büyüdükçe gözler arası mesafe artmakta, küçüldükçe gözler arası mesafe azalmaktadır. Randıman oranı en fazla olan hayvan 15 numaralı hayvan, en az olan hayvan 8 numaralı hayvandır.

#### 4.1.2. Statgraphics

Yirmi büyükbaş hayvan verilerini Chernoff yüzleri ile görselleştirmek için STATGRAPHICS 18 yazılım programının 30 günlük demo versiyonu kullanılmıştır. Elde edilen yazılım sonuçları sunulmuştur (Şekil 4.3). Şekil 4.3'ün daha belirgin hali Ek B - Şekil B.1' de verilmiştir.

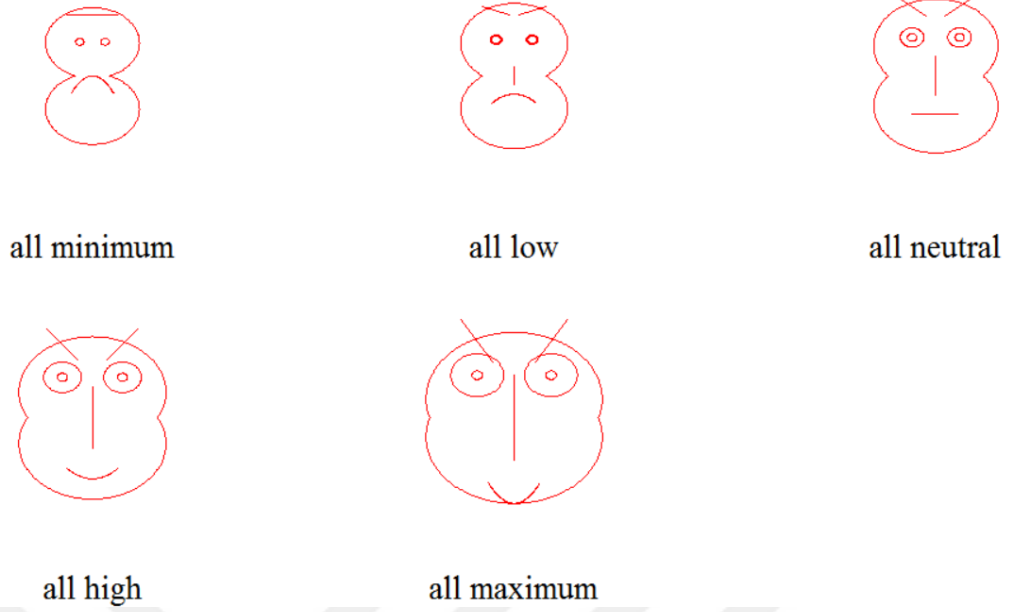


Şekil 4.3. Statgraphics'te büyükbaş hayvanların Chernoff yüzleri

Şekilde bulunan yüzler incelendiğinde; Yüz köşesi yarıçapı (Radius to corner of face): Bitiş ağırlığı, Dikey yüz büyüklüğü (Vertical size of face): Başlangıç ağırlığı, Burun uzunluğu (Length of nose): Tcaa, Ağız dikey pozisyonu (Vertical position of mouth): Gcaa, Ağız eğriliği (Curvature of mouth): Kuru madde tüketimi, Gözlerin ayırım mesafesi (Separation of eyes): Randıman, Gözlerin büyüklüğü (Size of eyes): Karkas ağırlığı, Kaşların eğimi (Slant of eyebrows): Yemden Yararlanma oranını ifade etmektedir.

Şekil 4.3' te yüz köşesi yarıçapı yani yüz genişliği en büyük olan 2 numaralı hayvanın bitiş ağırlığı en büyüktür. Dikey yüz büyüklüğü en büyük olan 2 numaralı hayvanın başlangıç ağırlığı en büyüktür. Burun uzunluğu en büyük olan 2 numaralı hayvanın Tcaa en büyük, burnu neredeyse olmayan 8 numaralı hayvanın Tcaa en küçüktür. Ağız pozisyonu yüzün alt tarafında olan 2 numaralı hayvanın Gcaa en büyüktür. Ağız pozisyonu buruna yakın olan 8 numaralı hayvanın Gcaa en küçüktür. Gözlerin ayırım mesafesi en fazla olan 15 numaralı hayvanın randımanı en fazla, gözlerin ayırım mesafesi en az olan 8 numaralı hayvanın randımanı en azdır. Göz büyüklüğü en fazla olan 2 numaralı hayvanın karkas ağırlığı en fazladır. Kaşların eğimi en fazla ve en keskin olan 8 numaralı hayvanın Yyo en fazla, kaşların eğimi düz olan 2 numaralı hayvanın Yyo en küçüktür.

Statgraphics yazılımını kullanarak verilerin kombinasyonları ile Chernoff yüzleri oluşturulabiliriz. Oluşturulan CF verilmiştir (Şekil 4.4).

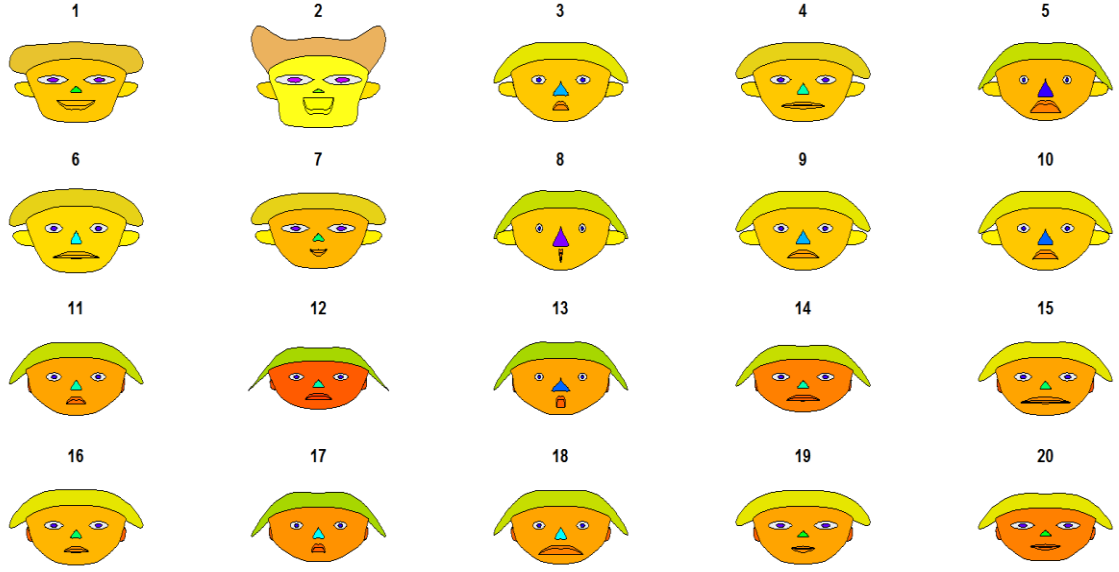


Şekil 4.4. Statgraphics'te kombinasyonların Chernoff yüzleri

Şekilde yüz köşesi yarıçapı (Radius to corner of face): Son ağırlığı, Dikey yüz büyüklüğü (Vertical size of face): Başlangıç ağırlığı, Burun uzunluğu (Length of nose): Tcaa, Ağız dikey pozisyonu (Vertical position of mouth): Gcaa, Ağız eğriliği (Curvature of mouth): YemTüketimi miktarı, Gözlerin ayırım mesafesi (Separation of eyes): Randıman, Gözlerin büyüklüğü (Size of eyes): Karkas ağırlığı, Kaşların eğimi (Slant of eyebrows): Yyo'dır.

#### 4.1.3. R yazılımı

Chernoff, 18'e kadar yüz bileşeni için yöntem tasarlamışken R yazılımı 15 bileşene (sütunlara) izin verir. R yazılımında değişken atamasına izin verilen bileşenler; yüz uzunluğu (height of face), yüz genişliği (width of face), yüz yapısı (structure of face), ağız uzunluğu (height of mouth), ağız genişliği (width of mouth), gülme (smiling), göz uzunluğu (height of eyes), göz genişliği (width of eyes), saç uzunluğu (height of hair), saç genişliği (width of hair), saç stili (style of hair), burun uzunluğu (height of nose), burun genişliği (width of nose), kulak genişliği (width of ear), kulak uzunluğu (height of ear)'dur. Büyükbaş hayvanlar için yazılım sonuçları verilmiştir (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. R’ da büyükbaş hayvanların Chernoff yüzleri

Şekilde yüz yüksekliği; başlangıç ağırlığı, yüz yapısı; karkas ağırlığını, ağız genişliği; randıman, gülümseme; gcaa, göz genişliği; tcaa, saç stili; bitiş ağırlığı, burun yüksekliği; yyo, kulak genişliği; kuru yem tüketimini temsil etmektedir. Şekil 4.5’ te yüz uzunluğundan başlangıç ağırlığının, yüz yapısından karkas ağırlığının, gülümsemeden gcaa, gözlerin genişliğinden tcaa, saç stilinden bitiş ağırlığının en fazla olduğu hayvan 2 numaralı hayvandır. Burun uzunluğundan Yyo en fazla olan hayvan 8 numaralı hayvan, en az olan hayvan 2 numaralı hayvandır. Ağız genişliğinden randımanı en fazla olan hayvan 15 numaralı hayvan, en az olan hayvan 8 numaralı hayvandır. R yazılımında elde edilen sonuçlar Statistica ve Statgraphics yazılım sonuçları ile örtüşmektedir. R ücretsiz bir yazılım olduğu için kullanımı daha rahattır.

## 4.2. Küçükbaş Hayvan Verileri

Yirmi küçükbaş hayvandan toplanan verilerin tanımlayıcı istatistikleri çizelge 4.2' de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Küçükbaş hayvanlara tanıtıcı istatistikler

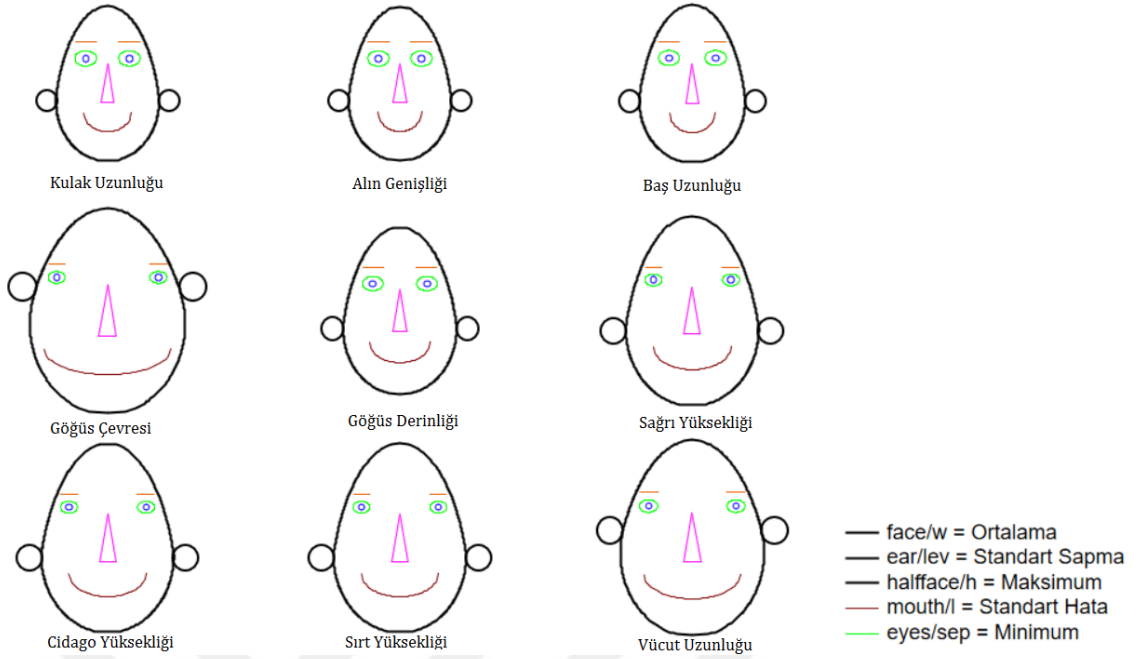
	N	Ortalama ( $\bar{X}$ )	Minimum ( $X_{min}$ )	Maksimum ( $X_{max}$ )
Kulak Uzunluğu, cm	20	13±1.62	11.0	16.0
Alın Genişliği, cm	20	11.9±1.02	10.0	14.0
Baş Uzunluğu, cm	20	19.9±1.07	18.0	22.0
Göğüs Çevresi, cm	20	111.6±8.06	96.0	123.0
Göğüs Derinliği, cm	20	37.35±2.87	33.0	42.0
Sağrı Yüksekliği, cm	20	82.4±3.86	78.0	90.0
Cidago yüksekliği, cm	20	81.4±3.76	77.0	88.0
Sırt Yüksekliği, cm	20	81.75±3.81	77.0	89.0
Vücut Uzunluğu, cm	20	90.55±5.41	81.0	103.0

Küçükbaş hayvan grubuna ait özelliklerin tanımlayıcı istatistikleri incelendiğinde; Kulak uzunluk ortalaması  $13 \pm 0.36$  cm, alın genişliği ortalaması  $11.9 \pm 0.23$  cm, baş uzunluğu ortalaması  $19.9 \pm 0.24$  cm, göğüs çevresi ortalaması  $111.6 \pm 1.80$  cm, göğüs derinliği ortalaması  $37.35 \pm 0.64$  cm, sağrı yüksekliği ortalaması  $82.4 \pm 0.86$  cm, cidago yüksekliği ortalaması  $81.4 \pm 0.84$  cm, sırt yüksekliği ortalaması  $81.75 \pm 0.85$  cm, vücut uzunluğu ortalaması  $90.55 \pm 1.21$  cm' dir.

### 4.2.1. Statistica

Statistica yazılımında küçükbaş hayvan grubu özelliklerine ait tanımlayıcı istatistikleri Chernoff yüzleri verilmiştir (Şekil 4.6).

#### Küçükbaş Hayvanların Tanımlayıcı İstatistikleri

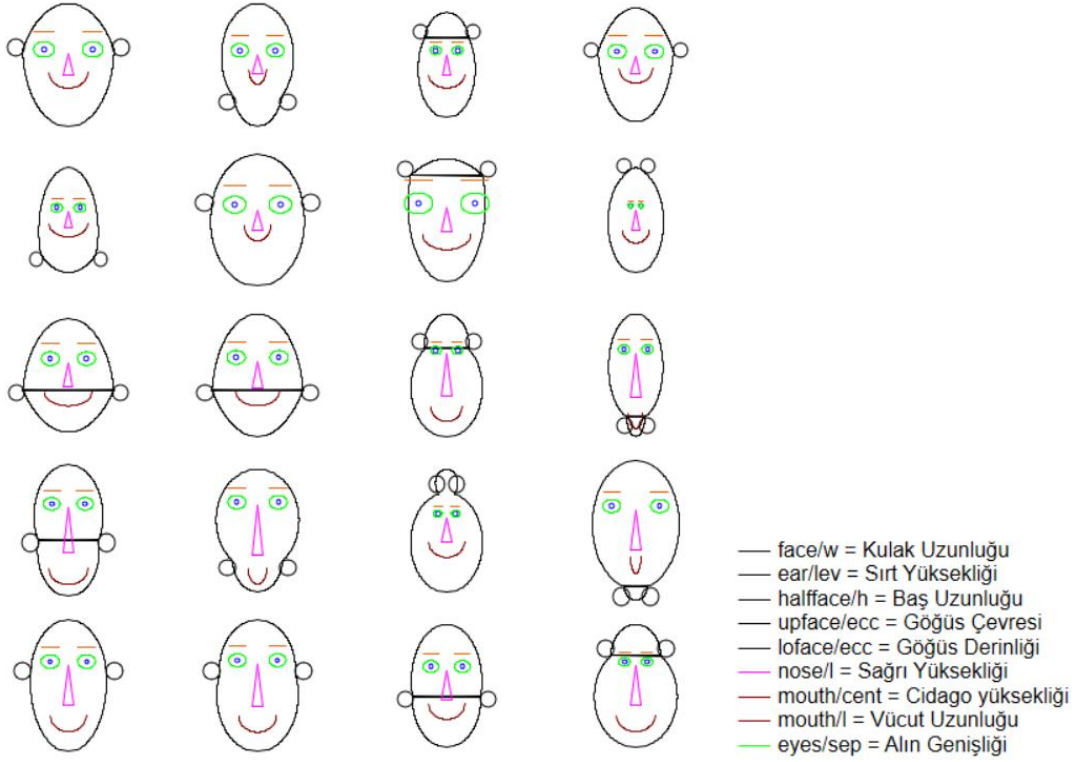


Şekil 4.6. Statistica yazılımında küçükbaş hayvanlara ait tanımlayıcı istatistiklerin Chernoff yüzleri

Şekilde bulunan yüzler incelendiğinde; yüz genişliği küçükbaş hayvanlara ait değişkenlerin ortalamasını, kulak seviyesi değişkenlerin standart sapmasını, yarım yüz yüksekliği değişkenlerin maksimum değerini, ağız uzunluğu değişkenlerin standart hatasını ve göz ayırım mesafesi değişkenlerin minimum değerlerini ifade etmektedir. Sadece yüz genişliğine bakarak; göğüs çevresi ortalamasının en büyük, alın genişliği ortalamasının en küçük olduğunu, kulak seviyesinden standart sapmanın göğüs çevresi için en büyük ve vücut uzunluğu için ikinci en büyük olduğu görülmektedir. Yarım yüz yüksekliğinden maksimum değerini göğüs çevresi için en büyük, alın genişliği için en küçük olduğu görülmektedir. Ağız uzunluğundan standart hatanın göğüs çevresi için en büyük olduğu ve gözler arası mesafesinde yine en büyük minimum değere göğüs çevresinin sahip olduğu görülmektedir.

Statistica gibi grafik programlarında değişkenleri yüze atarken dikkat edilmesi gerekmektedir. Yanlış uzağa değerleri uygun olmayan değişken atandığında anlaşılır olmayan yüzler ortaya çıkmaktadır (Şekil 4.7).

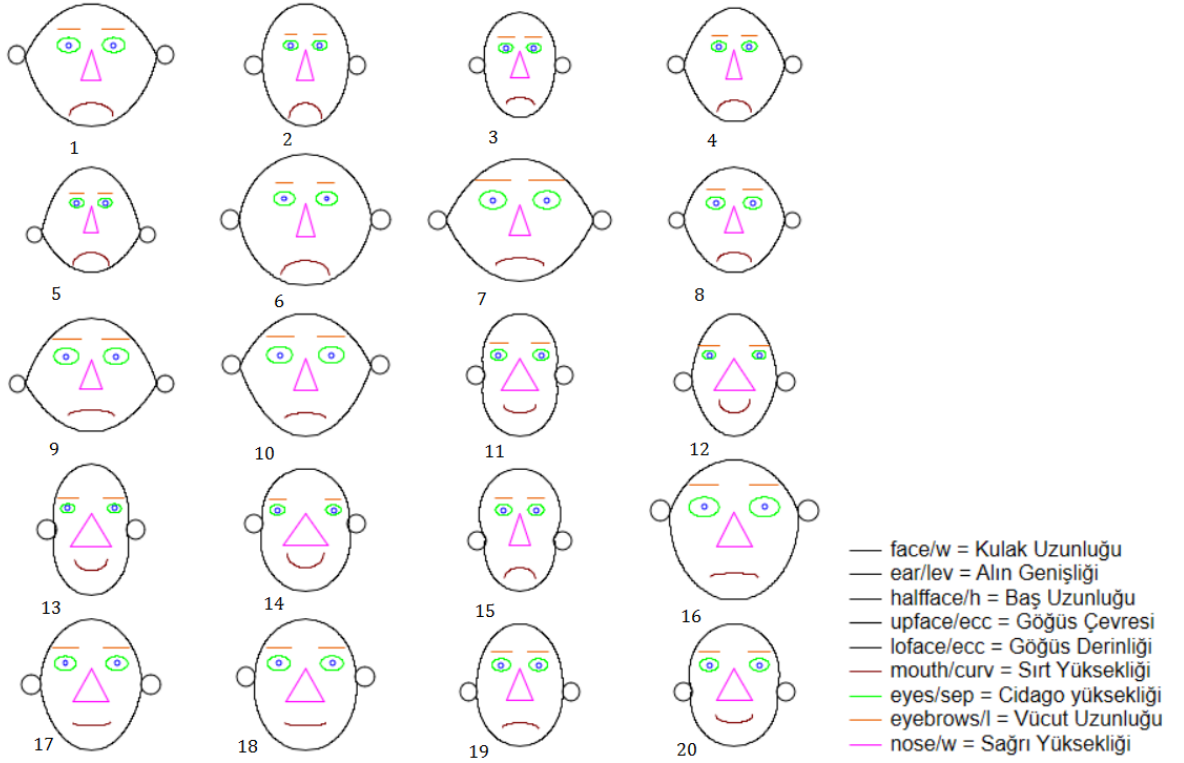
Küçükbaş Hayvanlar için Chernoff Yüzleri



Şekil 4.7. Statistica yazılımında değişkenlerin yanlış atanması sonucu ortaya çıkan Chernoff yüzleri

Yirmi küçükbaş hayvan verilerini Chernoff yüzleri ile görselleştirmek için uyguladığımız Statistica yazılım sonuçları sunulmuştur (Şekil 4.8).

#### Küçükbaş Hayvanlar için Chernoff Yüzleri



Şekil 4.8. Küçükbaş hayvanlara ait Chernoff yüzleri

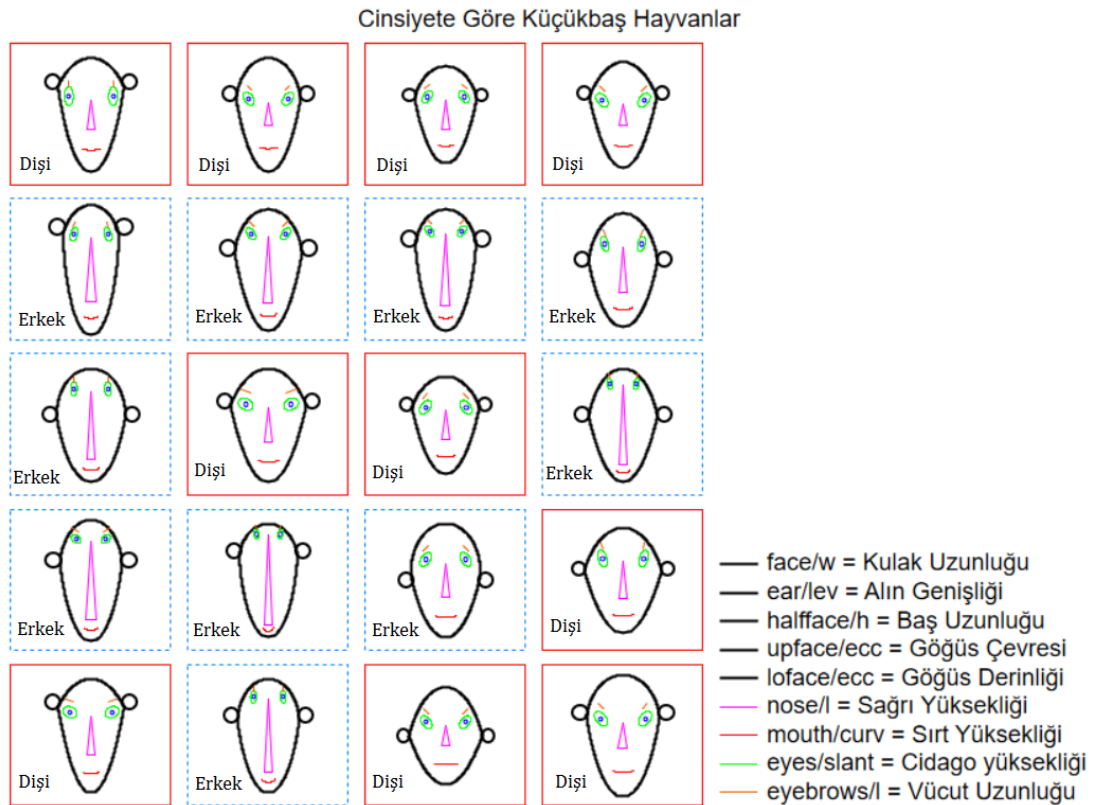
Şekilde bulunan yüzlerde; yüz genişliği hayvanların kulak uzunluğunu, kulak seviyesi hayvanların alın genişliğini, yarım yüz yüksekliği hayvanların baş uzunluğunu, üst yüz eksantrikliği hayvanların göğüs çevresini, alt yüz eksantrikliği hayvanların göğüs derinliğini, ağız eğriliği hayvanların sırt yüksekliğini, göz ayırım mesafesi hayvanların cidago yüksekliğini, kaş uzunluğu hayvanların vücut uzunluğunu, burun genişliği hayvanların sağrı yüksekliğini ifade etmektedir.

Üst yüz eksantrikliği ve alt yüz eksantrikliği değerleri küçüldükçe merkezden dışa doğru sapmakta, değerler büyüdükçe merkezden içe doğru sapmaktadır. Alın genişliği değeri arttıkça kulak seviyesi yukarı doğru çıkmakta, azaldıkça aşağı doğru inmektedir. Alın genişliği değeri en az olan hayvanlar 5, 15 numaralı hayvanlar ve en yüksek olan hayvan ise 16 numaralı hayvandır. Sırt yüksekliği değeri arttıkça ağız eğriliği artmakta ve yüzler gülmekte, azaldıkça ağız eğriliği ters yönde artmakta ve yüzler üzülmemektedir. Sırt yüksekliği değeri en az olan hayvanlar 2, 4, 5, 6 numaralı hayvanlar ve en yüksek olan hayvan ise 14 numaralı hayvandır. Kulak uzunluğu değeri arttıkça yüz genişliği artmakta, değerler azaldıkça yüz genişliği daralmaktadır.



Kulak uzunluğu değeri en az olan hayvanlar 3, 11, 13, 15 numaralı hayvanlar ve en yüksek olan hayvan ise 7 numaralı hayvandır. Cidago yüksekliği değeri arttıkça göz ayırım mesafesi artmakta, değerler azaldıkça göz ayırım mesafesi daralmaktadır. Cidago yüksekliği değeri en az olan hayvanlar 2, 4, 5, 6 numaralı hayvanlar ve en yüksek olan hayvanlar ise 12 ve 14 numaralı hayvanlardır. Vücut uzunluğu değeri arttıkça kaş uzunluğu yüze göre artmakta, değerler azaldıkça kaş uzunluğu azalmaktadır. Vücut uzunluğu değeri en az olan hayvan 2 numaralı hayvan ve en yüksek olan hayvanlar ise 12 ve 13 numaralı hayvanlardır. Yarım yüz yüksekliği en fazla olan 16 numaralı hayvanın baş uzunluğu en fazladır. Burun genişliği en fazla olan 14 numaralı hayvanın sağrı yüksekliği en büyük, burun genişliği en az olan 6, 2, 5 ve 4 numaralı hayvanların sağrı yüksekliği en küçüktür.

Statistica programında küçükbaş hayvanları cinsiyetleri açısından chernoff yüzleri ile gösterimi şekil 4.9' da gösterilmiştir (Hayvanların sıralamaları değiştirilmiştir).



Şekil 4.9. Cinsiyete göre küçükbaş hayvanların Chernoff yüzleri

Şekil 4.9' da bulunan yüzlerde; yüz genişliği hayvanların kulak uzunluğunu, kulak seviyesi hayvanların alın genişliğini, yarım yüz yüksekliği hayvanların baş uzunluğunu, üst yüz eksantrikliği hayvanların göğüs çevresini, alt yüz eksantrikliği hayvanların göğüs derinliğini, burun uzunluğu hayvanların sağrı yüksekliğini, ağız eğriliği hayvanların sırt yüksekliğini, gözlerin eğikliği hayvanların cidago yüksekliğini, kaş uzunluğu hayvanların vücut uzunluğunu ifade etmektedir.

Şekil 4.9' da yüz genişliğinden genel olarak dişi hayvanların kulak uzunluğunun erkek hayvanların daha fazla olduğu; kulak seviyesinden alın genişliği en büyük olan 5 numaralı erkek bireydir. Yarım yüz uzunluğundan genel olarak erkek hayvanların baş uzunluğunun dişi bireylerden daha fazla olduğu; üst yüz eksantrikliği ve alt yüz eksantrikliğinden erkek bireylerin göğüs çevresi ve göğüs derinliği değerlerinin dişi hayvanlardan daha fazla olduğu görülmektedir. Burun uzunluğundan erkek hayvanların sağrı yüksekliğinin dişi hayvanlardan daha fazla olduğu; ağız eğriliğinden 15 numaralı erkek hayvan dışında erkek bireylerin sırt yüksekliğinin dişi hayvanlardan daha fazla olduğu görülmektedir. Göz eğiminden 15 numaralı erkek hayvan dışında erkek hayvanların cidago yüksekliğinin dişi hayvanlardan daha fazla olduğu; kaş uzunluğundan erkek hayvanların çoğunun vücut uzunluğunun dişi hayvanlardan daha fazla olduğu görülmektedir.

#### **4.2.2. Statgraphics**

Küçükbaş hayvanlar için Chernoff yüzleri ile görselleştirilmiş Statgraphics yazılım sonuçları Şekil 4.10' da sunulmuştur. Şekil 4.10' un daha belirgin hali Ek B - Şekil B.2' de verilmiştir.



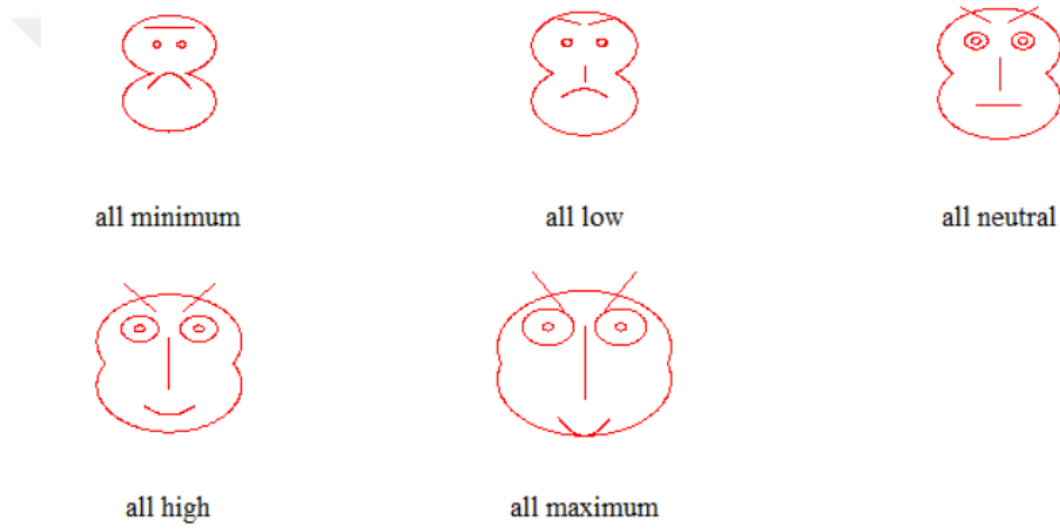
Şekil 4.10. Statgraphics'te küçükbaş hayvanların Chernoff yüzleri

Şekil 4.10' da Yüz köşesi yarıçapı (Radius to corner of face): Kulak uzunluğu, Dikey yüz büyüklüğü (Vertical size of face): Baş uzunluğu, Burun uzunluğu (Length of nose): Sağrı yüksekliği, Ağız dikey pozisyonu (Vertical position of mouth): vücut uzunluğu, Ağız eğriliği (Curvature of mouth): Cidago yüksekliği, Gözlerin ayırım mesafesi (Separation of eyes): Göğüs çevresi, Gözlerin boyutu (Size of eyes): Göğüs derinliği, Kaşların dikey pozisyonu (Vertical position of eyebrows): Alın genişliği, Kaşların eğimi (Slant of eyebrows): Sırt yüksekliğini ifade etmektedir.

Şekil 4.10' da yüz köşesi yarıçapı en büyük olan 7 numaralı yüz tarafından temsil edilen hayvanın kulak uzunluğu en büyük, 3, 11, 13, 15 numaralı yüzler tarafından temsil edilen hayvanların kulak uzunluğu en küçüktür. Dikey yüz büyüklüğü en küçük olan 3, 8, 5 numaralı yüzler tarafından temsil edilen hayvanların baş uzunluğu en küçüktür. Burun uzunluğu en fazla olan 14 numaralı hayvanın sağrı yüksekliği en büyük, burun uzunluğu en az olan 2, 4, 5 ve 6 numaralı yüzler tarafından temsil edilen hayvanların sağrı yüksekliği en küçüktür. Ağız dikey pozisyonu yani ( $h = 1$ ) ağız yüzün altında konumlanmış olan 12 ve 13 numaralı yüzler tarafından temsil edilen hayvanların vücut uzunluğu en fazla, ( $h = 0$ ) ağız burnun merkezine eşit yükseklikte konumlanmış olan 2 numaralı hayvanların vücut uzunluğu en küçüktür. Cidago yüksekliği en yüksek olan 12 ve 14 numaralı hayvanların ağız eğriliği ( $h > 0.5$ ) arttıkça yüzler gülmektedir, cidago yüksekliği en az olan 2, 4, 5, 6 numaralı hayvanların ( $h < 0.5$ ) ağız eğriliği ters yönde artmakta ve yüzler üzülmemektedir.

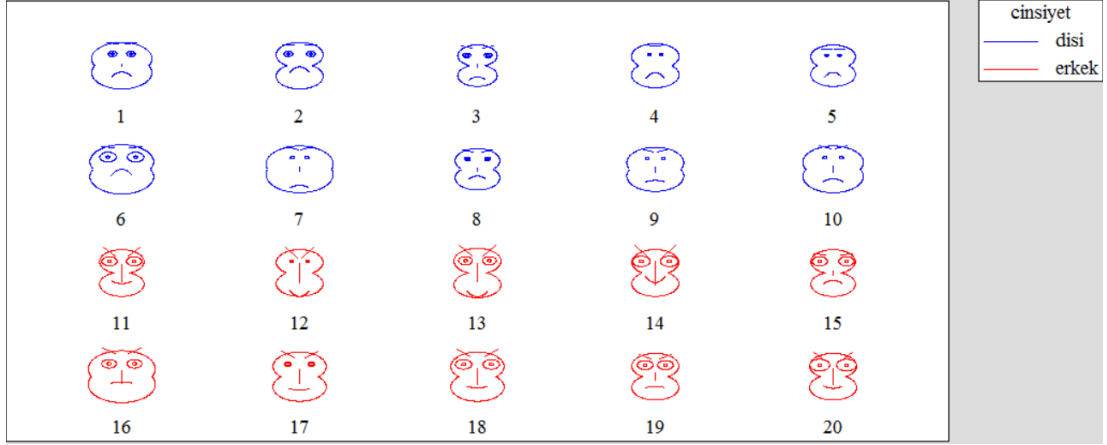
Gözlerin ayırım mesafesi en fazla olan 14 numaralı hayvanın göğüs çevre uzunluğu en fazla, gözlerin ayırım mesafesi en az olan 4 numaralı hayvanın göğüs çevre uzunluğu en azdır. Gözlerin boyutu en fazla olan 20 numaralı yüz tarafından temsil edilen hayvanın göğüs derinliği en büyük, gözlerin boyutu en az olan 9 ve 10 numaralı yüzler tarafından temsil edilen hayvanların göğüs derinliği en küçüktür. Kaşların eğimi en fazla ve en keskin olan 14 numaralı hayvanın sırt yüksekliği en fazladır.

Statgraphics yazılımını kullanarak verilerin kombinasyonları ile Chernoff yüzleri oluşturulabiliriz. Oluşturulan CF Şekil 4.11' de verilmiştir.



Şekil 4.11. Statgraphics'te kombinasyonların Chernoff yüzleri

Statgraphics programında küçükbaş hayvanları cinsiyetleri açısından chernoff yüzleri ile gösterimi şekil 4.12' de gösterilmiştir.



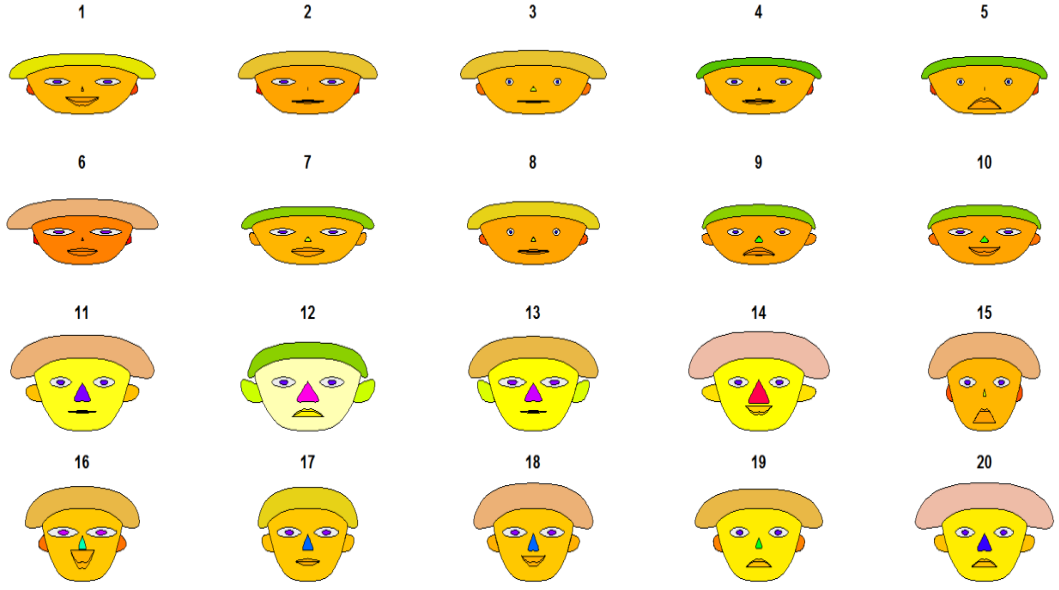
Şekil 4. 12. Cinsiyete göre küçükbaş hayvanların Chernoff yüzleri

Şekil 4.12’ de Yüz köşesi yarıçapı; Kulak uzunluğu, Dikey yüz büyüklüğü: Baş uzunluğu, Burun uzunluğu: Sağrı yüksekliği, Ağızın dikey pozisyonu: Vücut uzunluğu, Ağız eğriliği: Cidago yüksekliği, Gözlerin ayırım mesafesi: Göğüs çevresi, Gözlerin boyutu: Göğüs derinliği, Kaşların dikey pozisyonu: Alın genişliği, Kaşların eğimi: Sırt yüksekliğini ifade etmektedir.

Şekil 4.12’ de dişi hayvanlar mavi, erkek hayvanlar kırmızı yüzlerle gösterilmiştir. Yüzler incelendiğinde ilk göze çarpan cinsiyetler arası farklı özellikler; burun uzunluğu, ağız eğriliği, gözlerin boyutu, kaş eğriliğidir. Yani burun uzunluğundan erkeklerin vücut uzunluğunun dişilerden fazla olduğu, ağız eğriliğinden 15 numaralı erkek hariç erkeklerin sırt yüksekliğinin dişilerden fazla olduğu görülmektedir. Gözlerin boyutu ve gözler arası mesafeden erkeklerin göğüs çevresi ve göğüs derinliği değerlerinin dişilerden fazla olduğu görülmektedir

#### 4.1.3. R yazılımı

Şekil 4.13’ te R yazılımında arıların chernoff yüz sonuçları verilmiştir. Şekilde verilen bileşenler; yüz yüksekliği (height of face) cinsiyet, yüz genişliği (width of face) yaş, ağız yüksekliği (height of mouth) kulak uzunluğu, gülme (smiling) alın genişliği, göz genişliği (width of eyes) baş uzunluğu, saç yüksekliği (height of hair) göğüs çevresi, saç genişliği (width of hair) göğüs derinliği, burun yüksekliği (height of nose) sağrı yüksekliği, burun genişliği (width of nose) sırt yüksekliği, kulak yüksekliği (height of ear), vücut uzunluğu, kulak genişliği (width of ear) cidago yüksekliği olarak atanmıştır.



Şekil 4.13. R'da küçükbaş hayvanların Chernoff yüzleri

Cinsiyet 1 ve 2 olarak kodlanmış ve ilk 10 yüz uzunluğu dişileri, ikinci 10 yüz uzunluğu erkekleri ifade etmektedir. Alın genişliği değeri arttıkça gülme artmakta, azaldıkça gülme azalmakta üzülme başlamaktadır. Alın genişliği değeri en az olan hayvanlar 5, 15 numaralı hayvanlar ve en yüksek olan hayvan ise 16 numaralı hayvandır. Sırt yüksekliği değeri arttıkça burun genişliği artmakta ve sırt yüksekliği en yüksek olan hayvan ise 14 numaralı hayvandır. Sırt yüksekliği değeri en az olan hayvanlar 2, 4, 5, 6 numaralı hayvanlardır. Cidago yüksekliği değeri arttıkça kulak genişliği artmakta, değerler azaldıkça kulak genişliği daralmaktadır. Cidago yüksekliği değeri en az olan hayvanlar 2, 4, 5, 6 numaralı hayvanlar ve en yüksek olan hayvanlar ise 12 ve 14 numaralı hayvanlardır. Kulak uzunluğu değeri arttıkça ağız uzunluğu artmakta, değerler azaldıkça ağız uzunluğu daralmaktadır. Kulak uzunluğu en fazla olan 7 numaralı hayvandır. Vücut uzunluğu değeri arttıkça kulak uzunluğu artmakta, değerler azaldıkça kulak uzunluğu azalmaktadır. Vücut uzunluğu değeri en az olan hayvan 2 numaralı hayvan ve en fazla olan hayvanlar ise 12 ve 13 numaralı hayvanlardır. Göz genişliği en fazla olan 16 numaralı hayvanın baş uzunluğu en fazladır. Burun uzunluğu en fazla olan 14 numaralı hayvanın sağrı yüksekliği en büyük, burun uzunluğu en az olan 2, 4, 5 ve 6 numaralı hayvanların sağrı yüksekliği en küçüktür.

### 4.3. Arı Verileri

Yirmi küçükbaş hayvandan toplanan verilerin tanımlayıcı istatistikleri çizelge 4.3' te verilmiştir.

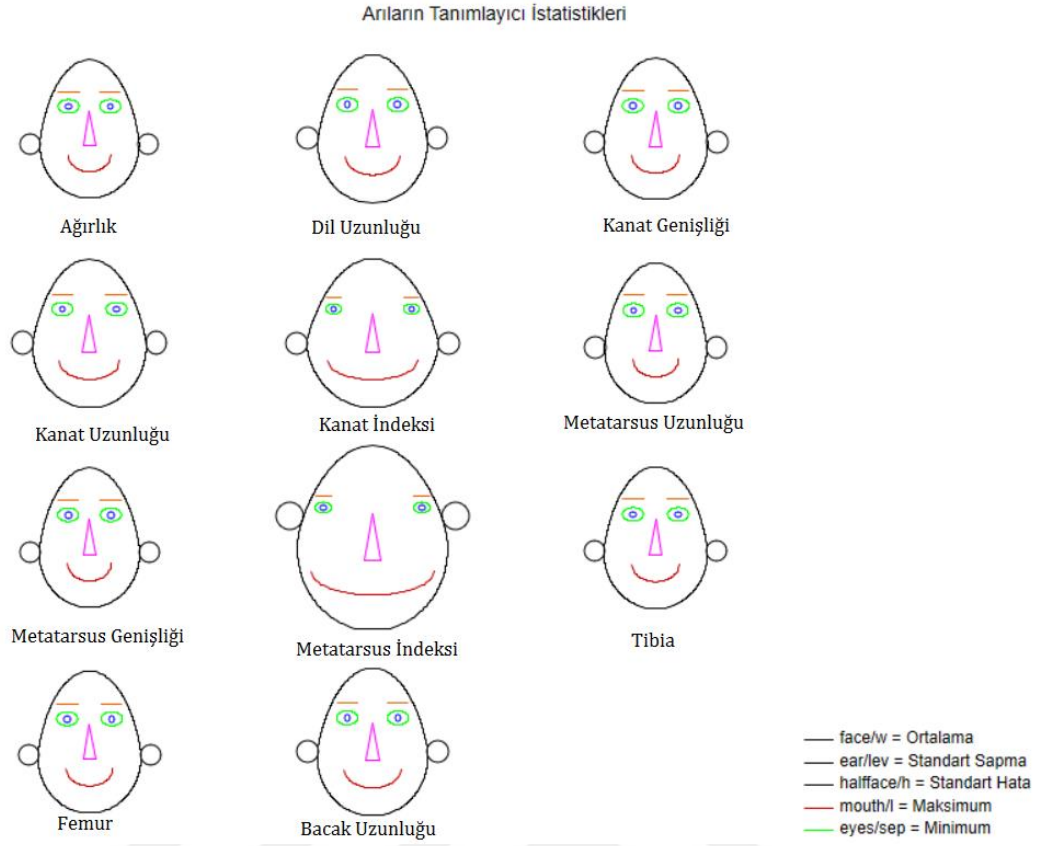
Çizelge 4.3. Arılara ait tanıtıcı istatistikler

	N	Ortalama ( $\bar{X}$ )	Minimum ( $X_{min}$ )	Maksimum ( $X_{max}$ )
Ağırlık, gr	20	0.25±0.01	0.11	0.34
Dil Uzunluğu, mm	20	8.14±0.23	6.38	9.50
Kanat Genişliği, mm	20	4.24±0.09	3.07	4.90
Kanat Uzunluğu, mm	20	12.85±0.23	9.77	13.98
Kanat İndeksi, %	20	32.97±0.24	31.4	35.66
Metatarsus Uzunluğu, mm	20	2.74±0.06	2.02	3.12
Metatarsus Genişliği, mm	20	1.22±0.04	0.85	1.43
Metatarsus İndeksi, %	20	44.34±1.02	36.91	50.66
Tibia, mm	20	3.89±0.09	2.57	4.37
Femur, mm	20	3.30±0.09	2.03	3.83
Bacak Uzunluğu, mm	20	9.93±0.22	6.62	11.02

Arı grubuna ait özelliklerin tanımlayıcı istatistikleri incelendiğinde; Yirmi arının ağırlık ortalaması  $0.25 \pm 0.01$  gr, dil uzunluğu ortalaması  $8.14 \pm 0.23$  mm, kanat genişliği ortalaması  $4.24 \pm 0.09$  mm, kanat uzunluğu ortalaması  $12.85 \pm 0.23$  mm, kanat indeks ortalaması  $32.97 \pm 0.24$ , metatarsus uzunluğu ortalaması  $2.74 \pm 0.06$  mm, metatarsus genişliği ortalaması  $1.22 \pm 0.06$  mm, metatarsus indeks ortalaması  $44.34 \pm 1.02$ , tibia uzunluğu ortalaması  $3.89 \pm 0.09$  mm, femur uzunluğu ortalaması  $3.3 \pm 0.09$  mm, bacak uzunluğu ortalaması  $9.93 \pm 0.22$  mm'dir.

#### 4.3.1. Statistica

Statistica yazılımında arıların özelliklerine ait tanımlayıcı istatistikleri Chernoff yüzleri şekil 4.14' te verilmiştir.

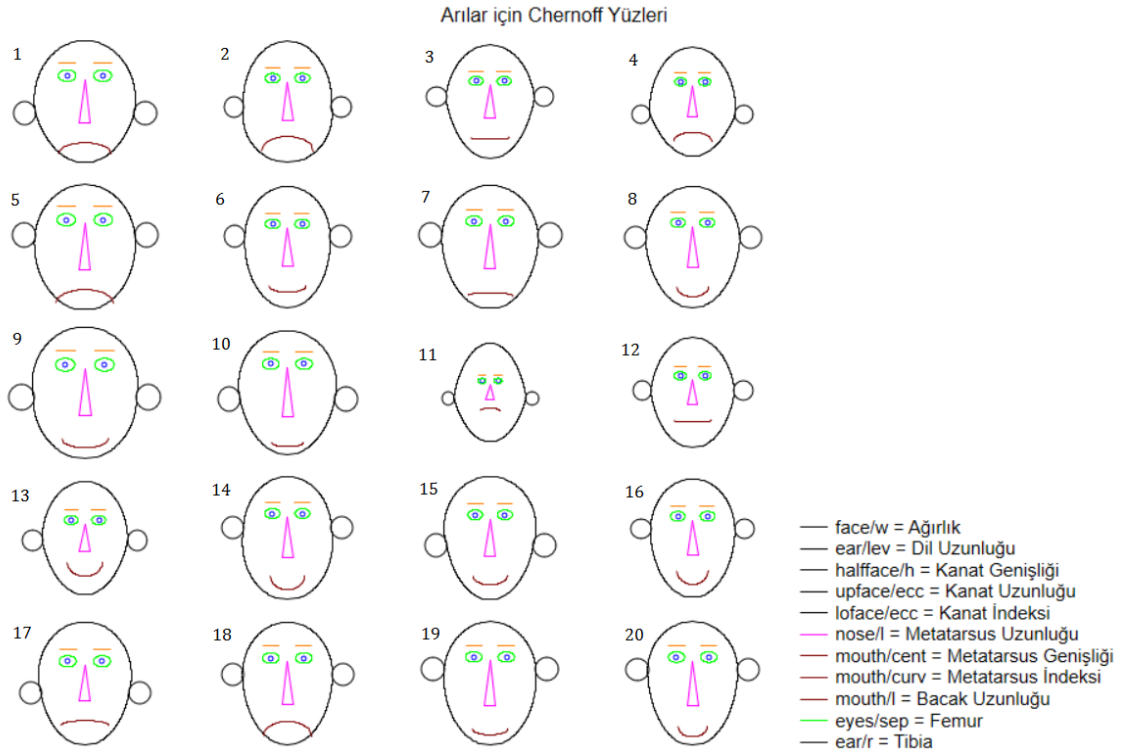


Şekil 4.14. Statistica yazılımında arıların tanımlayıcı istatistiklerinin Chernoff yüzleri

Şekil 4.14' te bulunan yüzler incelendiğinde; yüz genişliği arılara ait değişkenlerin ortalamasını, kulak seviyesi arılara ait değişkenlerin standart sapmasını, yarım yüz yüksekliği arılara ait değişkenlerin standart hatasını, ağız uzunluğu arılara ait değişkenlerin maksimum değerini ve göz ayırma mesafesi arılara ait değişkenlerin minimum değerlerini ifade etmektedir. Sadece yüz genişliğine bakarak; metatarsus indeks ortalamasının en büyük, ağırlık ortalamasının en küçük olduğunu, kulak seviyesinden standart sapmanın metatarsus indeksi için en büyük ve arıların ağırlığı için en küçük olduğu görülmektedir. Yarım yüz yüksekliğinden standart hatanın metatarsus indeksi için en büyük ve arıların ağırlığı için en küçük olduğu görülmektedir. Ağız uzunluğundan ve gözler arası mesafeden metatarsus indeksi için en büyük ve arıların ağırlığı için en küçük olduğu görülmektedir.

Yirmi arı verilerini Chernoff yüzleri ile görselleştirmek için uyguladığımız Statistica yazılım sonuçları Şekil 4.15' te sunulmuştur.





Şekil 4.15. Arılara ait Chernoff yüzleri

Şekil 4.15’ te bulunan yüzlerde; yüz genişliği arıların ağırlığını, kulak seviyesi arıların dil uzunluğunu, yarım yüz yüksekliği arıların kanat genişliğini, üst yüz eksantrikliği arıların kanat uzunluğunu, alt yüz eksantrikliği arıların arıların kanat indeksini, burun uzunluğu arıların metatarsus uzunluğunu, ağız merkezi arıların metatarsus genişliğini, ağız eğriliği arıların metatarsus indeksini, göz ayırım mesafesi arıların femur uzunluğunu, kulak çapı arıların tibia uzunluğunu ifade etmektedir.

Arı ağırlığı arttıkça yüz genişliği artmakta, ağırlık azaldıkça yüz genişliği daralmaktadır. Arı ağırlığı en büyük olan 9 numaralı arı, en küçük olan 11 numaralı arıdır. Arıların dil uzunluğu arttıkça kulak seviyesi yukarı doğru çıkmakta, azaldıkça aşağı doğru inmektedir. Dil uzunluğu en büyük olan 19 numaralı arı, en küçük olan 4 numaralı arıdır. Arıların kanat genişliği arttıkça yarım yüz yüksekliği artmakta, azaldıkça yarım yüz yüksekliği azalmaktadır. Kanat genişliği en büyük olan 9 numaralı arı, en küçük olan 11 numaralı arıdır. Kanat uzunluğu arttıkça üst yüz eksantrikliği içe doğru sapsmakta, azaldıkça üst yüz eksantrikliği dışa doğru sapsmaktadır. Kanat uzunluğu en büyük olan 9 numaralı arı, en küçük olan 11 numaralı arıdır. Kanat indeksi arttıkça alt yüz eksantrikliği içe doğru sapsmakta, azaldıkça alt yüz eksantrikliği dışa doğru sapsmaktadır. Kanat indeksi en büyük olan 2 numaralı arı, en küçük olan 11

numaralı arıdır. Arıların metatarsus uzunluğu arttıkça burun uzunluğu artmakta, azaldıkça burun uzunluğu azalmaktadır. Metatarsus uzunluğu en büyük olan 10 numaralı arı, en küçük olan 11 numaralı arıdır. Arıların metatarsus genişliği arttıkça ağız merkezi aşağı doğru kaymakta, azaldıkça ağız merkezi yukarı doğru kaymaktadır. Metatarsus genişliği en büyük olan 10 ve 20 numaralı arılar, en küçük olan 11 numaralı arıdır. Arıların metatarsus indeksi arttıkça ağız eğriliği artmakta ve yüzler gülmekte, azaldıkça ağız eğriliği ters yönde artmakta ve yüzler üzülmetedir. Metatarsus indeksi en büyük olan 13 numaralı arı, en küçük olan 18 numaralı arıdır. Arıların bacak uzunluğu arttıkça ağız uzunluğu artmakta, azaldıkça ağız uzunluğu azalmaktadır. Bacak uzunluğu en fazla olan 9 numaralı arı, en az olan 11 numaralı arıdır. Arıların femur uzunluğu arttıkça göz ayırım mesafesi artmakta, azaldıkça göz ayırım mesafesi azalmaktadır. Femur uzunluğu en fazla olan 5 numaralı arı, en az olan 11 numaralı arıdır. Arıların tibia uzunluğu arttıkça göz ayırım mesafesi artmakta, azaldıkça göz ayırım mesafesi azalmaktadır. Tibia uzunluğu en fazla olan 7 numaralı arı, en az olan 11 numaralı arıdır.

#### **4.3.2. Statgraphics**

Arılar için Chernoff yüzleri ile görselleştirilmiş STATGRAPHICS yazılım sonuçları Şekil 4.16' da sunulmuştur. Şekil 4.16' nın daha belirgin hali Ek B - Şekil B.3' te verilmiştir.



Şekil 4.16. Statgraphics'te arıların Chernoff yüzleri

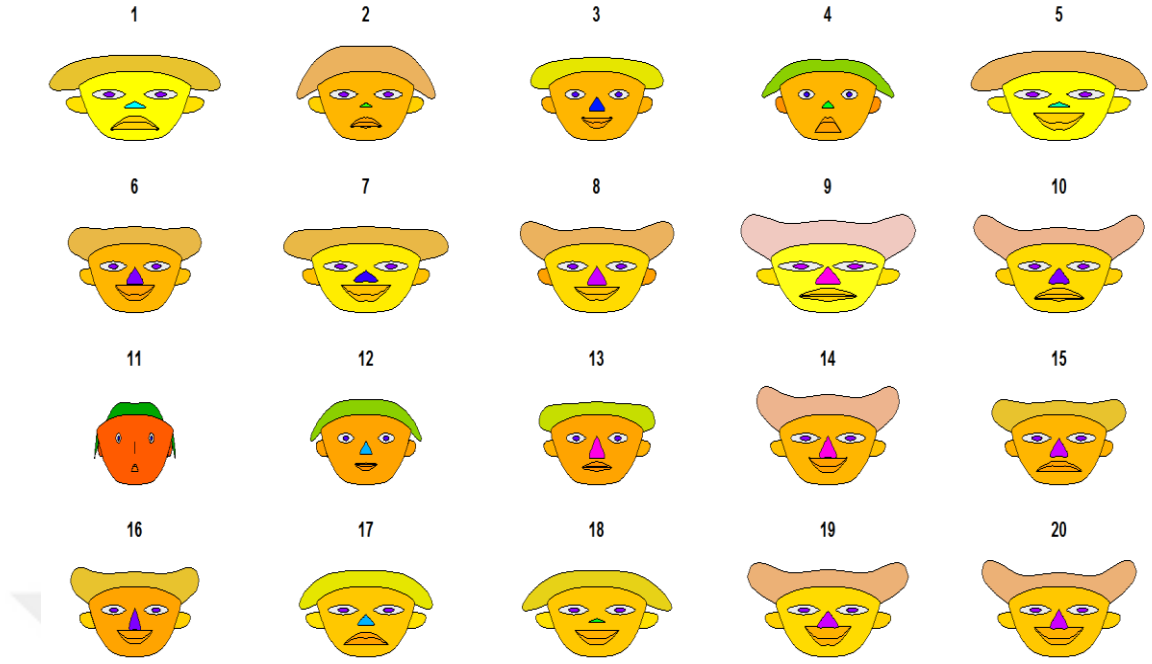
Şekil 4.16' da Yüz köşesi yarıçapı (Radius to corner of face): Ağırlık, Dikey yüz büyüklüğü (Vertical size of face): Kanat indeksi, Üst yüz eksantrikliği (Eccentricity of upper face): Dil uzunluğu, Alt yüz eksantrikliği (Eccentricity of lower face): Tibia, Burun uzunluğu (Length of nose): Metatarsus uzunluğu, Ağız dikey pozisyonu (Vertical position of mouth): Metatarsus genişliği, Ağız eğriliği (Curvature of mouth): Metatarsus indeksi, Gözlerin ayırım mesafesi (Separation of eyes): Bacak uzunluğu, Gözlerin büyüklüğü (Size of eyes): Kanat genişliği, Kaşların eğimi (Slant of eyebrows): Kanat uzunluğu, Kaşların boyutu (Size of eyebrows): Femur ile eşleştirilmiştir.

Şekil 4.16' da yüz köşesi yarıçapı yani yüz genişliği en büyük olan 9 numaralı yüz tarafından temsil edilen arının ağırlığı en büyük, 11 numaralı yüz tarafından temsil edilen arının ağırlığı en küçüktür. Dikey yüz büyüklüğü en küçük olan 11 numaralı yüz tarafından temsil edilen arının kanat indeksi en küçüktür. Üst yüz eksantrikliği ( $h > 0.5$ ) yatay eksenin dikey eksenden daha uzun olduğu elipse sahip 19 numaralı arının dil uzunluğu en büyük, ( $h < 0.5$ ) dikey eksenin yatay eksenden daha uzun olduğu elipse sahip 4 numaralı arının dil uzunluğu en küçüktür. Alt yüz eksantrikliği ( $h > 0.5$ ) yatay eksenin dikey eksenden daha uzun olduğu elipse sahip 7 numaralı arının tibia uzunluğu en büyük, ( $h < 0.5$ ) dikey eksenin yatay eksenden daha uzun olduğu elipse sahip 11

numaralı arının tibia uzunluğu en küçüktür. Burun uzunluğu en büyük olan 10 numaralı arının metatarsus uzunluğu en büyük, burnu neredeyse olmayan 11 numaralı hayvanın metatarsus uzunluğu en küçüktür. Ağızın dikey pozisyonu yani ( $h = 1$ ) ağız yüzün altında konumlanmış olan 10 ve 20 numaralı arıların metatarsus genişliği en fazla, ( $h = 0$ ) ağız burnun merkezine eşit yükseklikte konumlanmış olan 11 numaralı arının metatarsus genişliği en azdır. Arıların metatarsus indeksi arttıkça ( $h > 0.5$ ) ağız eğriliği artmakta ve yüzler gülmekte, azaldıkça ( $h < 0.5$ ) ağız eğriliği ters yönde artmakta ve yüzler üzülmemektedir. Metatarsus indeksi en büyük olan 13 numaralı arı, en küçük olan 18 numaralı arıdır. Gözler arası mesafesi en fazla olan 9 numaralı arının bacak uzunluğu en fazla, gözler arası mesafesi en az olan 11 numaralı arının bacak uzunluğu en azdır. Göz büyüklüğü en fazla olan 9 numaralı arının kanat genişliği en fazla, göz büyüklüğü en az olan 11 numaralı arının kanat genişliği en dardır. Kaşların eğimi en fazla ve en keskin olan 9 numaralı arının kanat uzunluğu en fazladır. Kaşların boyutu en büyük olan 5 numaralı arının femur uzunluğu en fazla, en az olan 11 numaralı arının femur uzunluğu en azdır.

#### **4.3.3. R yazılımı**

Şekil 4.17' de R yazılımında arıların chernoff yüz sonuçları verilmiştir. Şekil 4.17' de verilen bileşenler; yüz genişliği (width of face) ağırlık, ağız yüksekliği (height of mouth) bacak uzunluğu, ağız genişliği (width of mouth) dil uzunluğu, gülme (smiling) kanat uzunluğu, göz genişliği (width of eyes) kanat genişliği, saç yüksekliği (height of hair) kanat indeksi, saç genişliği (width of hair) metatarsus uzunluğu, saç stili (style of hair) metatarsus genişliği, burun yüksekliği (height of nose) metatarsus indeksi, burun genişliği (width of nose) tibia, kulak genişliği (width of ear) femur olarak atanmıştır.



Şekil 4.17. R’da arıların Chernoff yüzleri

Şekildeki yüzler incelendiğinde yüz genişliği en büyük olan 9 numaralı arının ağırlığı en fazla, en küçük olan 11 numaralı arının ağırlığı en azdır. Ağız yüksekliği en fazla olan 9 numaralı arının bacak uzunluğu en fazla, 11 numaralı arının bacak uzunluğu en azdır. Ağız genişliği en fazla olan 19 nolu arının kanat uzunluğu en büyük, 4 nolu arının kanat uzunluğu en küçüktür. Göz genişliği en fazla olan 9 nolu arının kanat genişliği en büyük, 11 nolu arının kanat genişliği en küçüktür. Saç uzunluğu en fazla olan 2 nolu arının kanat indeksi en büyük, 11 nolu arının kanat indeksi en küçüktür. Saç genişliği en fazla olan 10 nolu arının metatarsus uzunluğu en büyük, 11 nolu arının metatarsus uzunluğu en küçüktür. Burun genişliği en fazla olan 7 nolu arının tibia uzunluğu en büyük, 11 nolu arının tibia uzunluğu en küçüktür. Burun uzunluğu en fazla olan 13 nolu arının metatarsus indeksi en büyük, 18 nolu arının metatarsus indeksi en küçüktür. Kulak genişliği en fazla olan 5 nolu arının femur uzunluğu en büyük, 11 nolu arının femur uzunluğu en küçüktür.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Son yıllarda istatistik sonuçlarının tablo, grafik ve şekiller halinde sunulması yaygın hale gelmiştir. Böylece görsellik ön plana çıkmış ve sonuçlar bir bakışta algılanılacak şekilde kolaylaşmıştır. Bunun sonucu olarak büyük ve karmaşık rakamlarla dolu gösterimler yerine şekillerle kolaylaştırılan sunumlar ortaya çıkmıştır. Bu yüzden araştırmacıların bu tarz sonuçları tercih edeceği düşünülmektedir.

Bir insan yüzündeki farklı özelliklerden faydalanarak her bir gözlemi çok sayıda değişken açısından insan yüzü ile özetlemenin mümkün olduğu Chernoff yüzleri, çok değişkenli bir veri kümesindeki aşırı değerleri belirlemek için kullanıldığı gibi, çok değişkenli bir veride kendi içlerinde benzer bireyler barındıran farklı kümeleri belirlemekte de sıklıkla kullanılan bir yaklaşımdır. Dolayısıyla bu tip bir analiz sonucunda oluşturulan kümelerde, bir küme içerisindeki gözlemlere ilişkin chernoff yüzlerinin benzer olması beklenirken, farklı kümelerdeki gözlemlerin farklı yüzlere sahip olması beklenir. Chernoff yüzlerinden yararlanılarak kümeleme analizi sonucundaki bulguları okuyucuya görsel olarak sunmaya sıklıkla rastlanılmaktadır.

Chernoff yüzlerinin hayvancılıkta kullanımı ile ilgili çalışmalar oldukça sınırlı olduğundan bu tez çalışmasında çok boyutlu veri görselleştirme araçlarından biri olan Chernoff yüzleri ile pek çok özelliğin bir arada bulunduğu gerçek veri setleri kullanılarak Chernoff yüzlerinin hayvancılıkta uygulanabilirliği incelenmiştir. Bu işlemler yapılırken büyükbaş hayvan verilerinden başlangıç ağırlığı, bitiş ağırlığı, karkas ağırlığı, randıman, günlük canlı ağırlık artışı, toplam canlı ağırlık artışı, kuru madde tüketimi, yemden yararlanma oranı değişkenleri; küçükbaş hayvan verilerinden kulak uzunluğu, alın genişliği, baş uzunluğu, göğüs çevresi, göğüs derinliği, sağrı yüksekliği, cidago yüksekliği, sırt yüksekliği ve vücut uzunluğu değişkenleri; arı verilerinden ağırlık, dil uzunluğu, kanat genişliği, kanat uzunluğu, kanat indeksi, metatarsus uzunluğu, metatarsus genişliği, metatarsus indeksi, tibia, femur ve bacak uzunluğu değişkenleri chernoff yüzünde bulunan 18 özelliğe uygun olarak atanmıştır. Böylece birden fazla değişken iki boyutlu olarak görselleştirilmiş ve daha kolay anlaşılması sağlanmıştır. Çok değişkenli verileri temsil etmede kullanılan Chernoff yüzleri yüz özelliklerini algılamada farklılıklar gösterebilmektedir. Yüzlerde ağız eğriliği ile temsil edilen değişken üzerindeki farklılıklar, diğer değişkenlerdeki

farklılıklardan çok daha iyi algılanabilmektedir. Bu yüzden bir değişkenin etkisini vurgulamak için, bu değişkeni ağız eğriliği parametresine atamak mantıklı olacaktır. Göze çarpan diğer belirgin özellikler; yarım yüz yüksekliği, gözlerin yarım uzunluğu ve kaşların uzunluğudur. Chernoff algısı üzerinde çok az etkisi olan özellikler ise yüzün alt elipsinin eksantrikliği, ağzın merkezinin konumu, gözlerin ayrılması ve eğikliği ve kaşların yüksekliğidir. Bu yüzden hayvansal değişkenleri yüz özelliklerine atarken öznel yargılarından uzak olunmalıdır. Yani hayvansal değişkenlerden önemli olanı yüzde dikkat çeken özelliğe atarken daha az önemli olan değişken daha az dikkat çeken özelliğe atanmalıdır. Bunun için de uzman görüşüne başvurulmalıdır. İnsan yüzünde gözler kulaklardan daha dikkatli algılandığı için karşılaştırma yanılgıları oluşabilmektedir. Yani insan yüzündeki bazı organlar diğerlerine göre daha fazla dikkat çekmez. Bu da yorumlayan kişinin öznel bir şekilde farklı algılamasına yolaçabilmektedir. Ayrıca hayvana ait hangi değişkenin yüzde hangi özelliğe aktarıldığı ilk bakışta hemen anlaşılammakta olduğundan bu değişkenlerin insan yüzü yerine hayvan figürü ile gösterilmesi bu anlaşılmazlığı ve kişisel yorum farkını ortadan kaldıracaktır. Bununla ilgili ileriki çalışmalarda yüz yerine bir hayvan figürü de kullanılarak farklı istatistik sonuçlarının da gösterildiği (mesela normallik testi sonuçları hayvanın ön ayakları ya da eğrilik diklik katsayıları gibi) figürlerle tüm çıktıların okunduğu bir sonuç oluşturulmaya çalışılabilir.

## KAYNAKLAR

- Anonim, (2019). Veri görselleştirme nedir? <http://www.verigorsellestirme.com/veri-gorsellestirme-nedir/> (Son erişim tarihi: 02.05.2019).
- Astel, A., Astel, K., Biziuk, M. & Namieśnik, J. (2006). Classification of drinking water samples using the Chernoff's faces visualization approach. *Polish Journal of Environmental Studies*, 15(5), 691-697.
- Bilgin, T. & Çamurcu, A. (2008). *Çok Boyutlu Veri Görselleştirme Teknikleri*. Akademik Bileşim 2008, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, 30 Ocak–1 Subat 2008, Çanakkale.
- Bruckner, L. A. (1978). On Chernoff faces. *In Graphical Representation Of Multivariate Data*. Academic Press. (pp. 93-121).
- Carlis, J.V. & Konstan, J.A. (1998). *Interactive Visualization of Serial Periodic Data*. In ACM Symposium on User Interface Software and Technology, 29-38.
- Chernoff, H., 1971. The Use of Faces to Represent Points In n-Dimensional Space Graphically. Stanford University Department of Statistics, Technical Report No. 71.
- Chernoff, H. (1973). The use of faces to represent points in k-dimensional space graphically. *Journal of the American Statistical Association*, 68, 342, 361-368.
- Çankaya, S. (2005). *Kanonik Korelasyon Analizi Ve Hayvancılıkta Kullanımı*. (Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- De Soete, G. & Do Corte, W. (1985). On the perceptual salience of features of Chernoff faces for representing multivariate data. *Applied Psychological Measurement*, 9(3), 275-280.
- Demirel, S., 2017. Ücretsiz veri görselleştirme araçları. <http://www.verigazeteciligi.com/ucretsiz-veri-gorsellestirme-araclari/>
- Derthick, M., Kolojejchick, J. & Roth, S. F. (1997). An interactive visualization environment for data exploration. *In KDD*, 2-9.
- Deza, M. M. & Deza, E. (2006). *Dictionary of Distances*. Elsevier.
- Faloutsos, C. (2012). *Searching Multimedia Databases By Content*. Springer Science & Business Media.
- Flury, B. & Riedwyl, H. (1981). Graphical representation of multivariate data by means of asymmetrical faces. *Journal of the American Statistical Association*, 76(376), 757-765.
- Friendly, M. 1992. SAS Macro Program: Faces, York University <http://euclid.psych.yorku.ca/SCS/sasmac/faces.html>



- Gan, G., Ma, C. & Wu, J. (2007). *Data Clustering: Theory, Algorithms, And Applications* (Vol. 20). Siam.
- Gençer, H. V., Başpınar, E., & Fıratlı, Ç. (2004). The graphic evaluation of morphological characters in honey bees (*Apis Mellifera* L.) by Chernoff faces. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 10(3), 245-249.
- Golden, L. L. & Sirdesai, M. (1992). Chernoff faces: A useful technique for comparative image analysis and representation. *ACR North American Advances*, 19, 123-128.
- Göncü, S., 2019. Sığırlardan alınan ölçüler ve ölçme. <http://www.muratgorgulu.com.tr/altekran.asp?id=11> (Son erişim tarihi: 26.06.2019).
- Haara, A., Pykäläinen, J., Tolvanen, A., & Kurttila, M. (2018). Use of interactive data visualization in multi-objective forest planning. *Journal Of Environmental Management*, 210, 71-86.
- Herman C. & Haseeb, M. R. (1975). Effect on classification error of random permutations of features in representing multivariate data by faces, *Journal of the American Statistical Association*, 70, 351, 548-554.
- Höller, H., Eichhaber, M., Nuschy, T. & Steinkellner, C., 2013. Chernoff faces. Graz University of Technology, 706.057 Information Visualisation. <https://courses.isds.tugraz.at/ivis/surveys/ss2013/g3-survey-chernoff.pdf> (Son erişim tarihi: 02.04.2019).
- Huff, D. (1954). *How to Lie with Statistics*. W. W. Norton & Co.
- Inselberg, A. & Dimsdale, B. (1990). *Parallel Coordinates: A Tool For Visualizing Multi-Dimensional Geometry*. In Proceedings of the 1st Conference On Visualization IEEE Computer Society Press, 361-378.
- Jain, A. K. & Dubes, R. C. (1988). *Algorithms For Clustering Data*. Englewood Cliffs: Prentice hall.
- Johnson, R. A. & Wichern, D. W. (1982). *Applied Multivariate Statistical Analysis*. Prentice-Hall, Inc., New Jersey, USA.
- Kabulov, B. T. & Tashpulatova, N. B. (2010). *Enhanced Chernoff faces*. 4th International Conference on Application of Information and Communication Technologies IEEE, 1-4.
- Keim, D.A. & Kriegel, H.P. (1996). Visualization techniques for mining large databases: A comparison. *IEEE Trans. Knowledge and Data Eng.*, USA, 8, 6, 923-938.

- Ki, J. (2016). A big data analysis of urban statistics expression – Chernoff face – Based expression of local community health index in Korea. *Space and Society*, 26, 1, 336-358.
- Kim, J. H., Iyer, V., Joshi, S. B., Volkin, D. B. & Middaugh, C. R. (2012). Improved data visualization techniques for analyzing macromolecule structural changes. *Protein Science*, 21, 10, 1540-1553. doi: 10.1002/pro.2144.
- Kim, Y. S. & Cooke, L. (2017). Big data analysis of public library operations and services by using the Chernoff face method. *Journal of Documentation*, 73(3), 466-480. doi.org/10.1108/JD-08-2016-0098.
- Kleiner, B. & Hartigan, J. A. (1981). Representing points in many dimensions by trees and castles. *Journal of the American Statistical Association*, 76(374), 260-269.
- Koşkan, Ö. (2007). *Çok Değişkenli Analiz Metotları*. Süleyman Demirel Üniversitesi, Yayınlanmamış Ders Notları.
- Lee, J., Jeong, H., Kim, M., Kim, J. & Son, Y. S. (2013). Good bank evaluation by Chernoff face analysis using SAS Macro Faces. *Korean Journal of Applied Statistics*, 26(6), 959-975. doi:http://dx.doi.org/10.5351/KJAS.2013.26.6.959.
- Martinez, W.L. & Martinez A. R. (2005). *Exploratory Data Analysis With MATLAB*. Boca Raton: CRC Press, USA.
- Özbakır, G. Ö. (2011). *Türkiye'nin Güneydoğu Sınırboyu Bal Arısı Populasyonlarının (Apis Mellifera L.) Morfolojik Özellikleri*. (Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Pitt, L., Mills, A. J., Chan, A., Menguc, B. & Plangger, K. (2011). *Using Chernoff Faces To Portray Social Media Wine Brand Images*. In 6th AWBR International Conference, 9-10.
- Polhemus, N., 2018. Dynamic data visualization: Bringing data to life. <http://blog.statgraphics.com/data-science-symposium>
- Raciborski, R. (2009). Graphical representation of multivariate data using Chernoff faces. *The Stata Journal*, 9(3), 374-387. doi:10.1177/1536867X0900900302.
- Roese, J. H. (1990). A simulation model of ruminant foraging strategies. *Dissertation Abstracts International. B, Sciences and Engineering*, 50(10).
- Saxena, P. C. & Navaneetham, K. (1991). The effect of cluster size, dimensionality, and number of clusters on recovery of true cluster structure through Chernoff-Type Faces. *Journal of the Royal Statistical Society: Series D (The Statistician)*, 40(4), 415-425. https://doi.org/10.2307/2348731.
- Servi, T. (2009). *Çok Değişkenli Karma Dağılım Modeline Dayalı Kümeleme Analizi*. (Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).

- Song, R., Zhao, Z. & Wang, X. (2010). An application of the v-system to the clustering of Chernoff Faces. *Computers & Graphics*, 34(5), 529-536. doi:10.1016/j.cag.2010.06.003
- Spinelli, J. G. & Zhou, Y. (2004). *Mapping Quality Of Life With Chernoff Faces*. In Proceedings of Twenty-Fourth ESRI International User Conference. <http://gis.esri.com/library/userconf/educ04/papers/pap5000.pdf>
- Tufte, E.R., 1983. *The Visual Display of Quantitative Information*. Cheshire, Conn.: Graphics Press.
- Turan, H. (2011). *Trakya Bölgesi Balarısında (Apis Mellifera L.) Geometrik Morfometrik Çalışmalar*. (Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Turner, D. W. & Tidmore, F. E. (1977). *Clustering with Chernoff-Type Faces. Proceedings of the Statistics Section*. American Statistical Association Annual Meeting, Chicago IL. (pp. 372-377).
- Turner, D. W. & Tidmore, F. E. (1980). FACES-A FORTRAN program for generating Chernoff-type faces on a line printer. *The American Statistician*, 34(3), 187-187.
- VanHoudnos, N., Casey, W., French, D., Lindauer, B., Kanal, E., Wright, E., ... & Carbonell, J. (2017). *This Malware Looks Familiar: Laymen identify Malware Run-time Similarity with Chernoff faces and Stick Figures*. In Proc. of the 10th EAI International Conference on Bio-inspired Information and Communication Technologies, March 2017, Hoboken, New Jersey, USA.
- Wang, P. C. & Lake, G. E. (1978). Application of graphical multivariate techniques in policy sciences. In *Graphical Representation Of Multivariate Data* (pp. 13-58). Academic Press.
- Yau, N., 2007. How to visualize data with cartoonish faces ala Chernoff, <http://flowingdata.com/2010/08/31/how-to-visualize-data-with-cartoonish-faces/>
- Yau, N. (2011). *Visualize This: The Flowingdata Guide To Design, Visualization, And Statistics*. John Wiley & Sons.

## **EKLER**

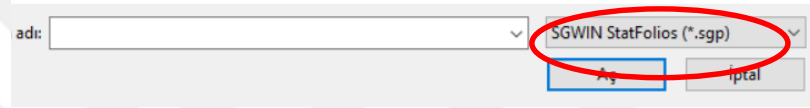
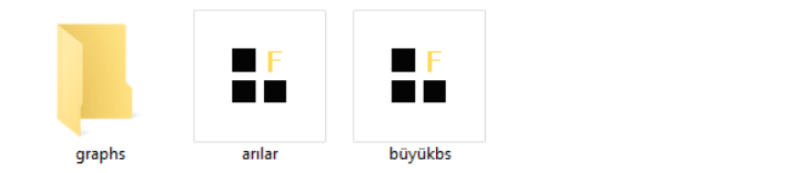
**EK A.** Program Görüntüleri

**EK B.** Grafikler

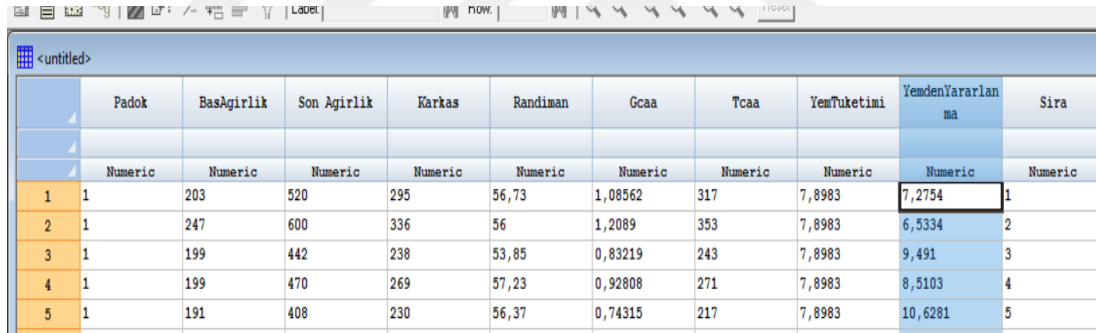


## EK A. Program Görüntüleri

### EK A.1: STATGRAPHICS

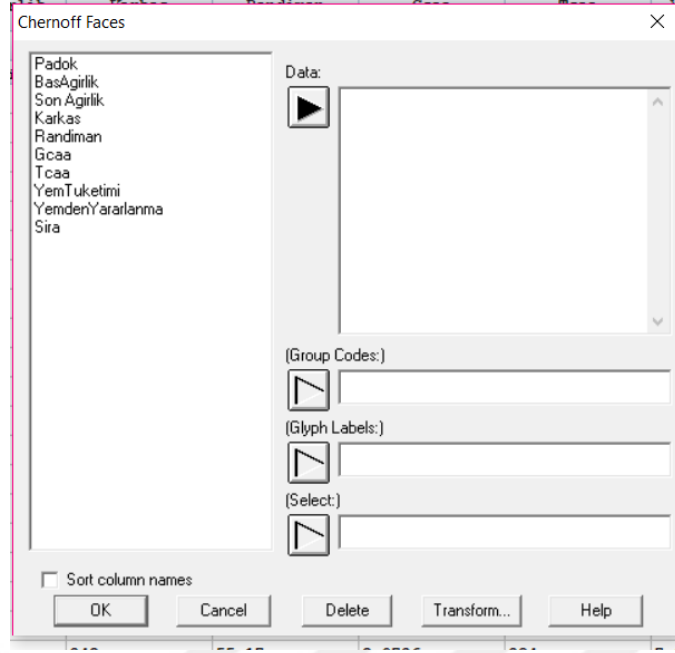


Şekil A.1.1. Statgraphics yazılımı dosya uzantısı

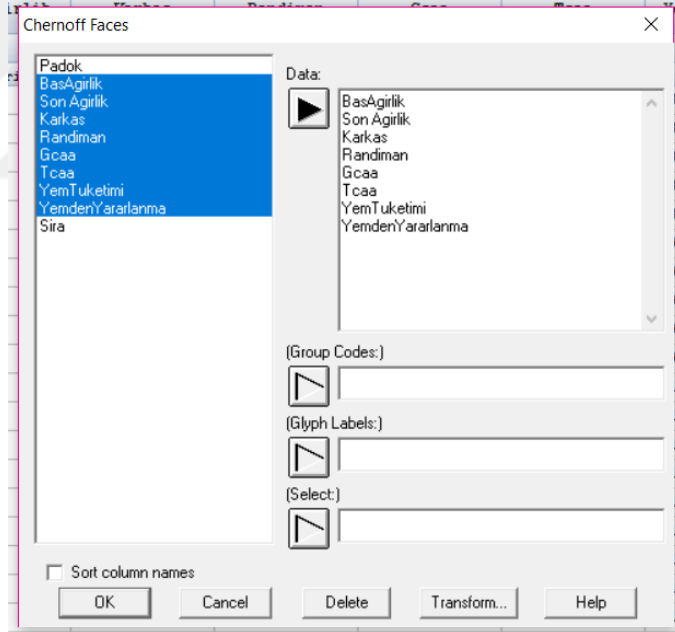


	Padok	BasAgirlik	Son Agirlik	Karkas	Randiman	Gcaa	Tcaa	YemTuketimi	YemdenYararlanma	Sira
	Numeric	Numeric	Numeric	Numeric	Numeric	Numeric	Numeric	Numeric	Numeric	Numeric
1	1	203	520	295	56,73	1,08562	317	7,8983	7,2754	1
2	1	247	600	336	56	1,2089	353	7,8983	6,5334	2
3	1	199	442	238	53,85	0,83219	243	7,8983	9,491	3
4	1	199	470	269	57,23	0,92808	271	7,8983	8,5103	4
5	1	191	408	230	56,37	0,74315	217	7,8983	10,6281	5

Şekil A.1.2. Statgraphics yazılımı veri görüntüleme ekranı



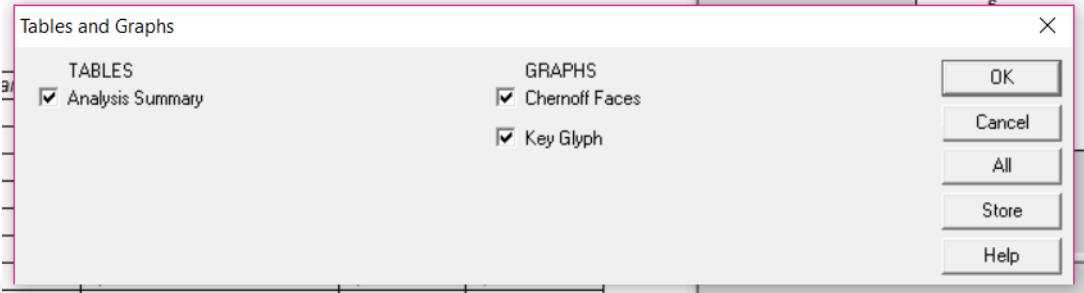
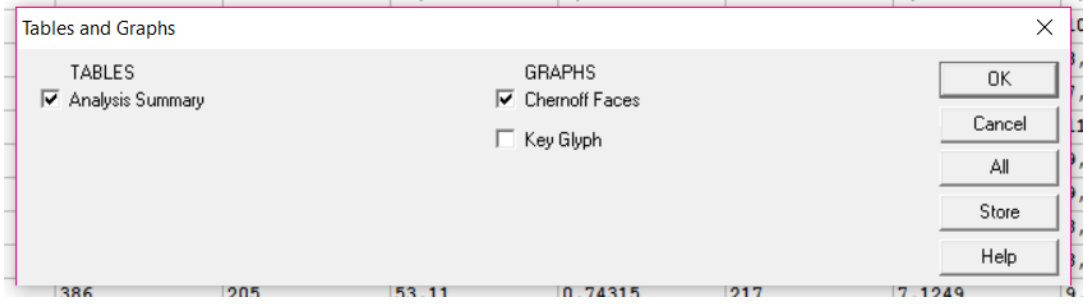
Şekil A.1.3. Statgraphics yazılımı



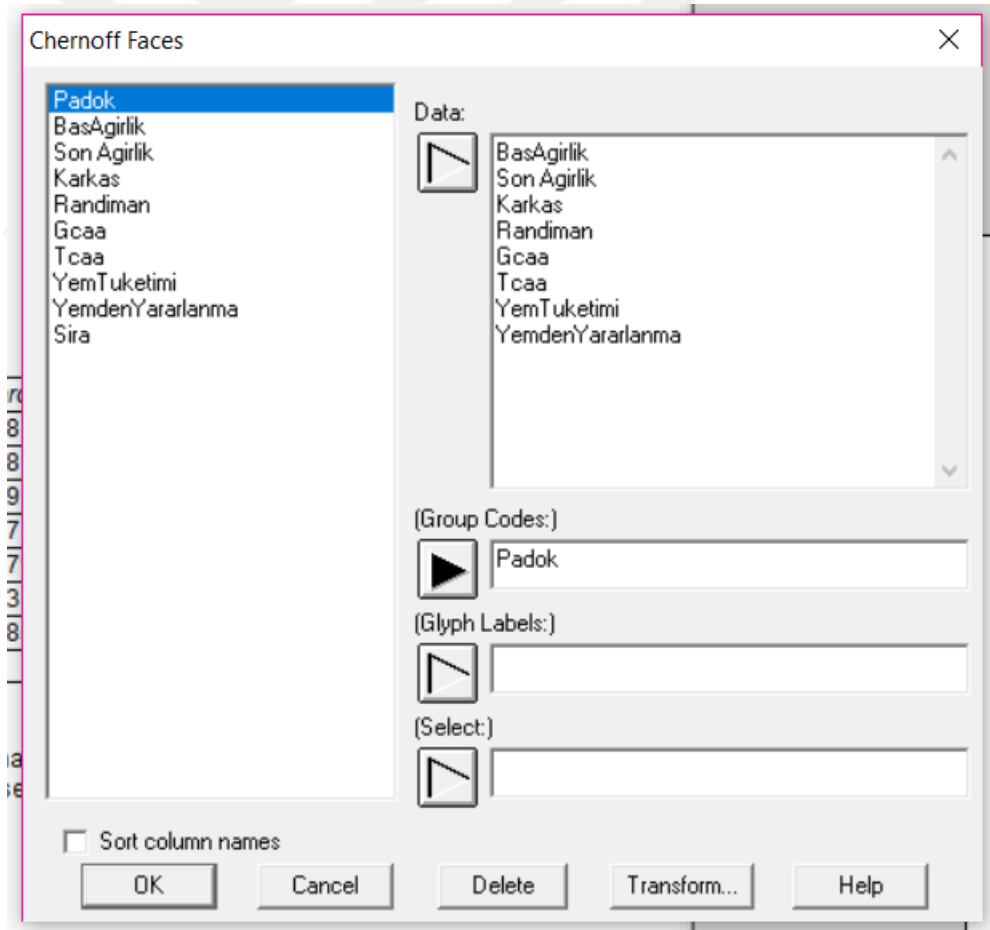
Şekil A.1.4. Statgraphics yazılımı

Gruplara göre Chernoff yüzleri çizmek istersek Group Code kısmına gerekli değişken atanır.

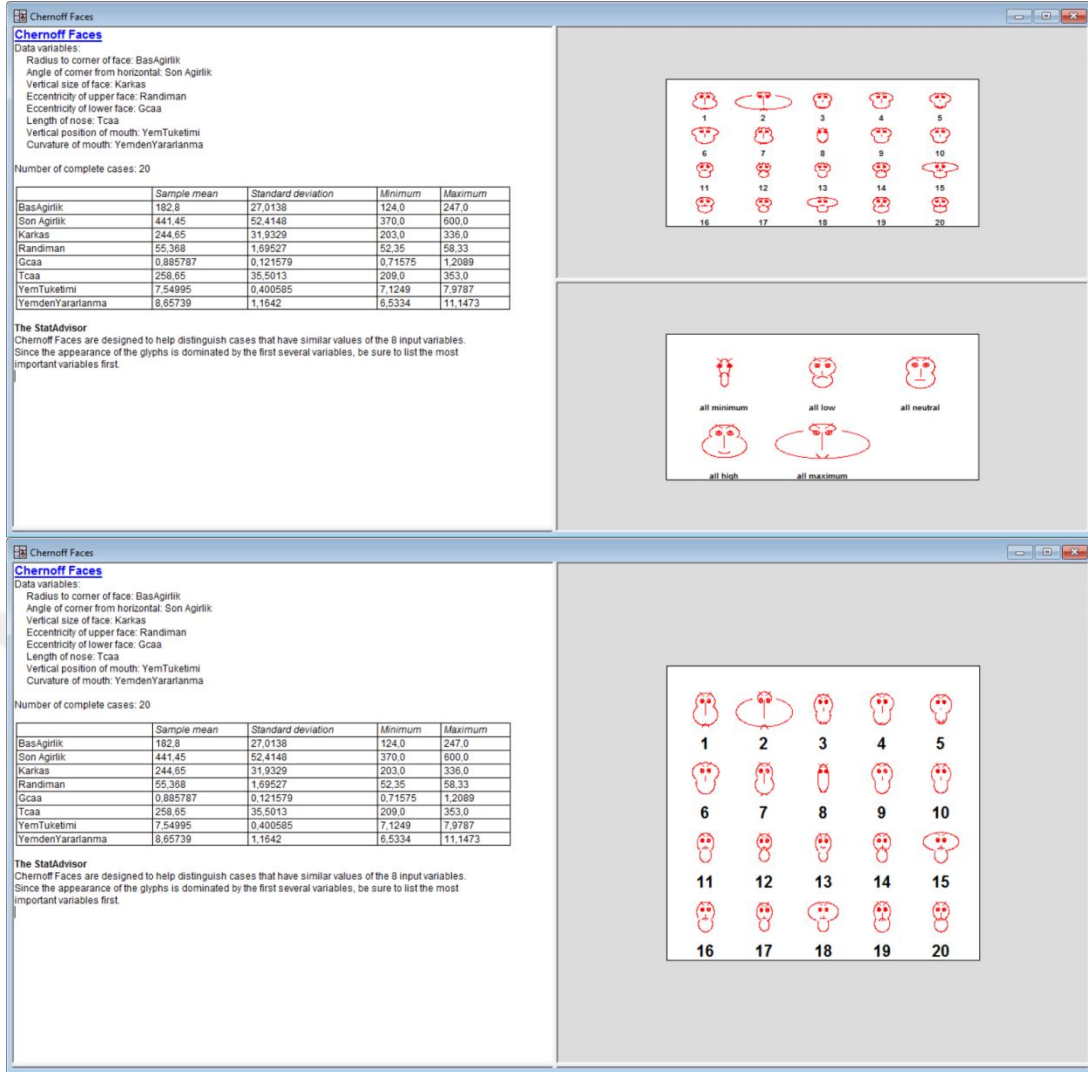
Glif (Glyph) Etiketleri: Her satıra karşılık gelen etiketleri olan isteğe bağlı bir sütundur. Belirtilmezse, satır numaraları etiket olarak kullanılır.



Şekil A.1.5. Statgraphics yazılımı



Şekil A.1.6. Statgraphics yazılımı



Şekil A.1.7. Statgraphics sonuç ekranı



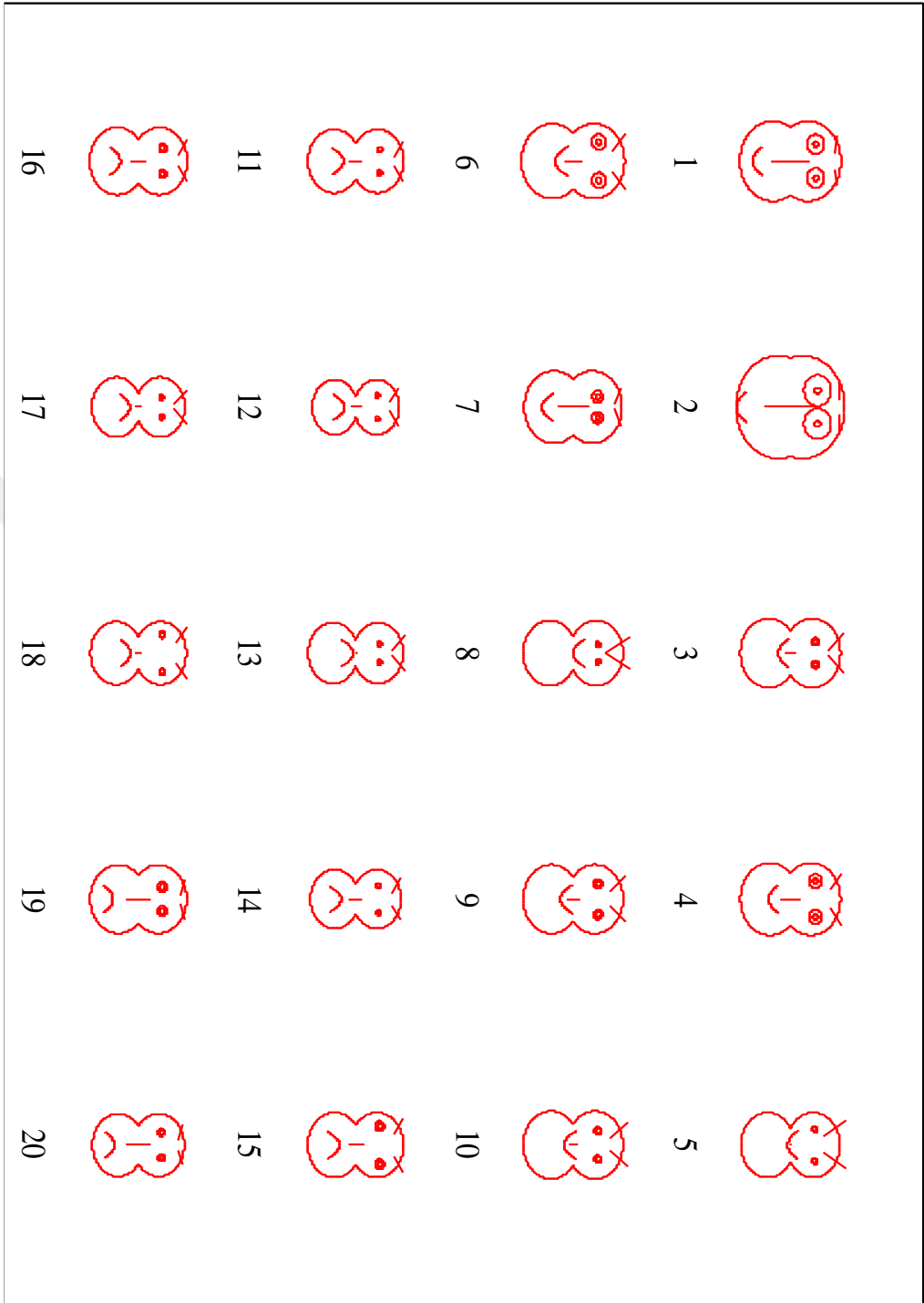
Chernoff Faces Options

Feature	Variable	Minimum	Maximum	Reverse
Radius to corner of face	BasAgirlik	0,2	0,8	<input type="checkbox"/> Reverse
Angle of corner from horizontal	Son Agirlik	0,2	0,8	<input type="checkbox"/> Reverse
Vertical size of face	Karkas	0,8	1,0	<input type="checkbox"/> Reverse
Eccentricity of upper face	Randiman	0,0	1,0	<input type="checkbox"/> Reverse
Eccentricity of lower face	Gcaa	0,0	1,0	<input type="checkbox"/> Reverse
Length of nose	Tcaa	0,0	1,0	<input type="checkbox"/> Reverse
Vertical position of mouth	YemTuketimi	0,0	1,0	<input type="checkbox"/> Reverse
Curvature of mouth	YemdenYaralanma	0,0	1,0	<input type="checkbox"/> Reverse
Width of mouth		0,0	1,0	<input type="checkbox"/> Reverse
Vertical position of eyes		0,2	0,8	<input type="checkbox"/> Reverse
Separation of eyes		0,3	0,7	<input type="checkbox"/> Reverse
Slant of eyes		0,2	0,8	<input type="checkbox"/> Reverse
Eccentricity of eyes		0,0	1,0	<input type="checkbox"/> Reverse
Size of eyes		0,0	1,0	<input type="checkbox"/> Reverse
Position of pupils		0,0	1,0	<input type="checkbox"/> Reverse
Vertical position of eyebrows		0,8	1,0	<input type="checkbox"/> Reverse
Slant of eyebrows		0,0	0,5	<input type="checkbox"/> Reverse
Size of eyebrows		0,0	0,6	<input type="checkbox"/> Reverse

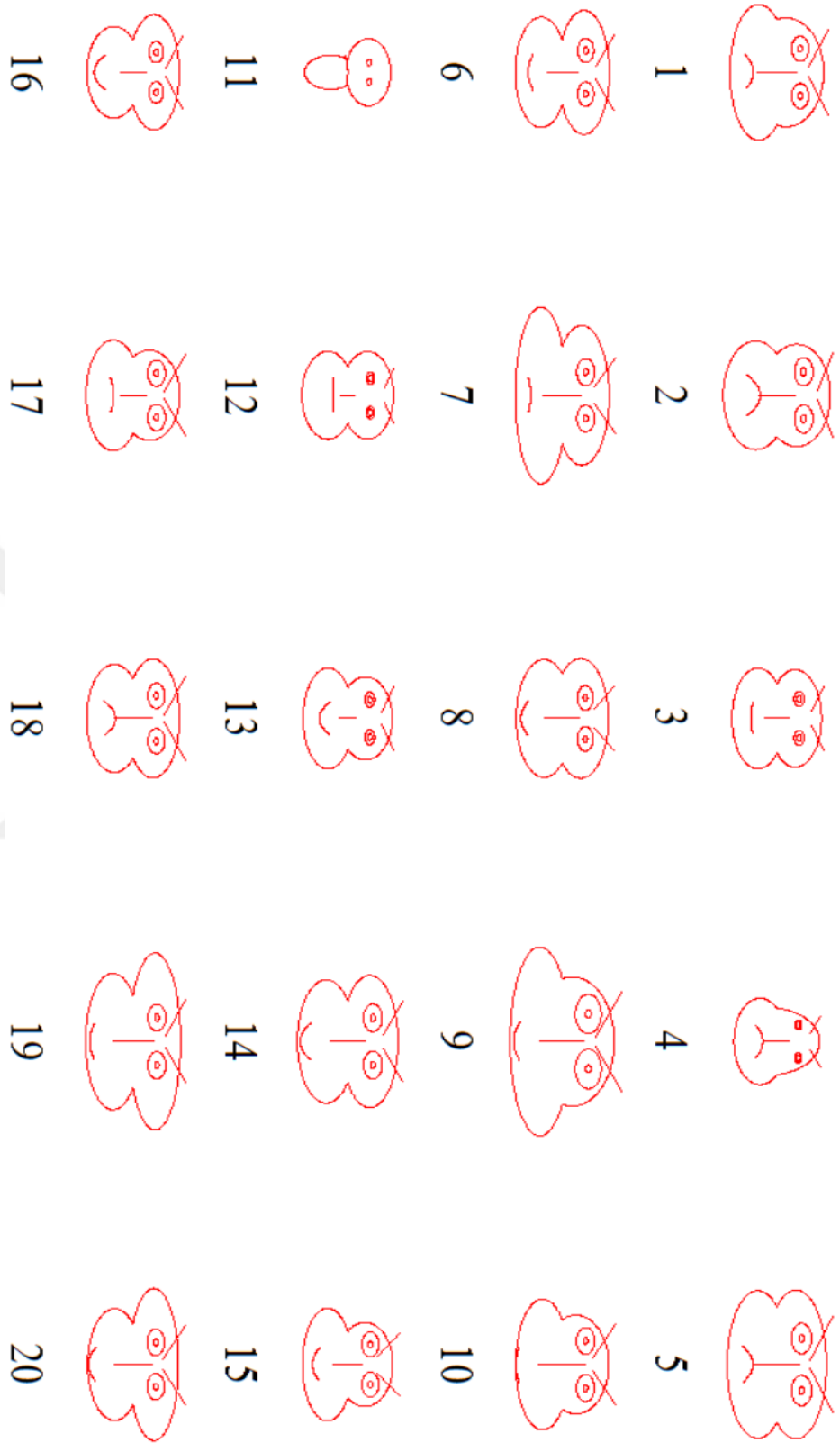
OK  
Cancel  
Help

Şekil A.1.8. Statgraphics değişken ataması

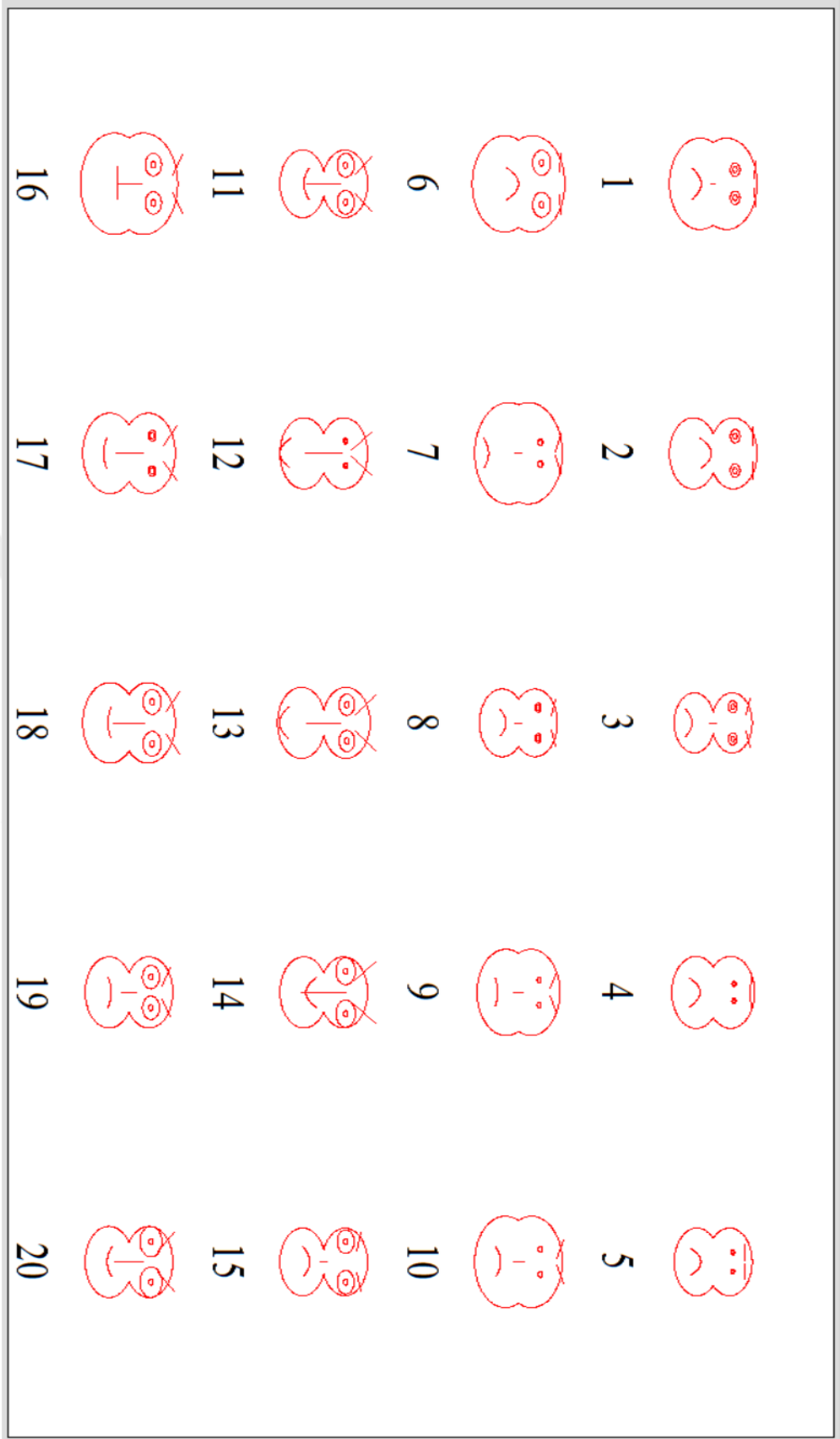
## EK B. Grafikler



Şekil B.1. Statgraphics'te büyükbaş hayvanların Chernoff yüzleri



Şekil B.2. Statgraphics'te küçükbaş hayvanların Chernoff yüzleri



Şekil B.3. Statgraphics'te arıların Chernoff yüzleri

## ÖZGEÇMİŞ

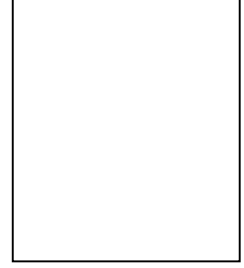
Adı Soyadı : Emine ÇETİN TEKE

Doğum Yeri ve Yılı : Isparta, 1985

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dili : İngilizce

E-posta : eminecetinteke@ gmail.com



### Eğitim Durumu

Lise	: Isparta Mürşide Ermumcu Anadolu Öğretmen Lisesi,	2003
Lisans 1	: İnönü Üniversitesi, Eğitim Fakültesi,	2007
Lisans 2	: Atatürk Üniversitesi, Sosyal Hizmetler,	2015
Y.Lisans 1	: Selçuk Üniversitesi, Fen Bilgisi Öğretmenliği,	2012
Y.Lisans 2	: Süleyman Demirel Üniversitesi, Zootekni,	2019
Doktora	: Süleyman Demirel Üniversitesi, Zootekni,	2017

### Yayınlar

Orhan H, Teke Ç. E & Karcı Z. (2018). Laktasyon Eğrileri Modellemesinde Çok Değişkenli Uyarlanabilir Regresyon Eğrileri (MARS) Yönteminin Uygulanması. *KSU J Agric Nat*, 21(3) : 363-373.

Çetin Teke, E., Hacıeminoglu, E., Pehlivan, M. & Teke, H. (2013). The Effect of the Science and Technology Course Integrated with Cartoons on Students' Achievement and Attitudes. *Journal Of Educational And Instructional Studies In The World*, Volume: 3 Issue: 2 Article: 18 ISSN: 2146-7463.

Erzengin, Ö.U. & Çetin Teke, E. (2013). A Study On Developing A Environmental Behavior And Attitude Scale For University Students. *Journal Of Educational And Instructional Studies In The World*, Volume: 3 Issue: 2 Article: 8 ISSN: 2146-7463.

Orhan H. & Çetin Teke, E. (2017). *Laktasyon Eğrilerinin Modellenmesinde Gamma ve Zaman Serileri Uygulamalarının Karşılaştırılması*. 18. Uluslararası Ekonometri, Yöneylem Araştırması ve İstatistik Sempozyumu, 5-7 Ekim 2017, Trabzon.

- Orhan H., Çetin Teke, E. & Karcı, Z. (2017). *Application of MARS for Modeling the Lactation Curves*. 3rd International Researchers, Statisticians And Young Statisticians Congress (IRSYSC-2017), 24-26 May 2017, Konya.
- Orhan H., Karcı, Z., Çetin & Teke, E. (2017). *Effect of Sample Size on Significance Levels of the Correlation Coefficient*. 3rd International Researchers, Statisticians And Young Statisticians Congress (IRSYSC-2017), 24-26 May 2017, Konya.
- Orhan H., Çetin Teke, E., Karcı, Z., Dinç, G. & Fentoğlu, Ö. (2017). *Applicability of MARS Method Using Saliva Oxidative Stress Parameters in Detecting Periodontal Disease*. 3rd International Researchers, Statisticians And Young Statisticians Congress (IRSYSC-2017), 24-26 May 2017, Konya.
- Orhan H. & Çetin, E. (2014). *Veri Madenciliği İle Siyah Alaca Sığırlarda 305 Günlük Süt Verimi Tahmini*. 15. Uluslararası Ekonometri, Yöneylem Araştırması ve İstatistik Sempozyumu, 22-25 Mayıs 2014, Isparta
- Erzengin, Ö.U. & Çetin Teke, E. (2014). *Üniversite Öğrencilerine Yönelik Çevresel Davranış Ve Tutum Ölçeğinin Geliştirilmesi; Faz II Aşaması*. 15. Uluslararası Ekonometri, Yöneylem Araştırması ve İstatistik Sempozyumu, 22-25 Mayıs 2014, Isparta
- Erzengin, Ö.U., Üzümcü N., Çetin & Teke, E. (2014). *Likert Tipi Çevreye Yönelik Davranış Ve Tutum Ölçeğinde Veri Ambarı İçin Veri Tabanı Yönetimi*. 15. Uluslararası Ekonometri, Yöneylem Araştırması ve İstatistik Sempozyumu, 22-25 Mayıs 2014, Isparta.
- Çetin Teke, E., Hacıeminoglu, E., Pehlivan, M. & Teke, H. (2013). *The Effect of the Science and Technology Course Integrated with Cartoons on Students' Achievement and Attitudes*. 4th International Conference On New Trends in Education and Their Implications, 25-27 April 2013, Antalya
- Erzengin, Ö.U. & Çetin Teke, E. (2013). *A Study On Developing A Environmental Behavior And Attitude Scale For University Students*. 4th International Conference On New Trends in Education and Their Implications, 25-27 April 2013, Antalya
- Teke, H., Doğan, B., Çetin Teke, E. 2013. *Simülasyon İle Zenginleştirilmiş Fen Ve Teknoloji Dersinin Öğrenci Başarılarına Etkisi*. I. Uluslararası Eğitim Fakültesi İlköğretim Bölümü Öğrenci Kongresi, 09-11 Mayıs 2013. Burdur.
- Orhan H., Çetin, E., Tatlıyer, A. & Taştan S.N. (2012). *Laktasyon ve 305 Günlük Süt Verimleri Tahminlerinin Yapay Sinir Ağları ve Çoklu Regresyon Analizi ile Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi*. Uluslararası Türk ve Akraaba Topluluklar Zootekni Kongresi, 11-13 Eylül 2012, Isparta
- Çetin Teke, E. & Teke, H. (2017). *Ortaokul Öğrencilerinin Çevreye Yönelik Tutumuna Etki Eden Değişkenlerin Mars Yöntemi İle İncelenmesi*. V. Yıldız Sosyal Bilimler Kongresi, 20-21 Aralık 2017, İstanbul.

Çetin, E. (2012). *İlköğretim Öğrencilerinin Sosyoekonomik Düzeylerinin Çevre Tutumuna Etkisinin Bulanık Mantık Metoduyla İncelenmesi*, Çevre Ve Tüketim Toplumu Sempozyumu, 16-17 Kasım 2012, Karabük.

Çetin Teke, E., Orhan, H., Küçüksille, E.,U., Bilginturan, S. & Teke, H. (2013). *Veri Madenciliği Süreci ile Siyah Alaca Sığırlarda Canlı Ağırlık Tahmini*. 8.Ulusal Zootekni Kongresi, 03-05 Eylül 2013, Çanakkale.

Erzengin OU, Teke EC & Üzümcü N. (2014). *Veri Ambarından Veri Madenciliğine*. Akademik Bilişim Konferansı, Şubat 2014, Mersin.

