



**ANADOLU VE İTALYAN MANDALARINDA CANLI
AĞIRLIK VE BAZI VÜCUT ÖLÇÜLERİNİN ÇOK
DEĞİŞKENLİ İSTATİSTİKSEL YÖNTEMLER İLE
İNCELENMESİ**

Abdulkadir UYANIK

Yüksek Lisans Tezi
Danışman: Prof. Dr. İbrahim KILIÇ

Tez No: 2021-028
Afyonkarahisar

T.C.
AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

ANADOLU VE İTALYAN MANDALARINDA CANLI AĞIRLIK
VE BAZI VÜCUT ÖLÇÜLERİNİN ÇOK DEĞİŞKENLİ
İSTATİSTİKSEL YÖNTEMLER İLE İNCELENMESİ

Hazırlayan
Abdulkadir UYANIK

DANIŞMAN
Prof. Dr. İbrahim KILIÇ

AFYONKARAHİSAR

2021

TEZ KABUL VE ONAY SAYFASI

Afyon Kocatepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü **Zootekni Anabilim Dalı'nda** Abdulkadir Uyanık tarafından hazırlanan “**Anadolu ve İtalyan Mandalarında Canlı Ağırlık ve Bazı Vücut Ölçülerinin Çok Değişkenli İstatistiksel Yöntemler ile İncelenmesi**” adlı tez çalışması lisansüstü eğitim ve öğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca 25/06/2021 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından **oy birliği / oy çokluğu** ile **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir

Başkan

Prof. Dr. Zehra BOZKURT

İmza

Üye

Prof. Dr. İbrahim KILIÇ

İmza

Üye

Doç. Dr. İlkey DOĞAN

İmza

Afyon Kocatepe Üniversitesi
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun
..... / / tarih ve
..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Esmâ KOZAN
Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ

Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Bilimsel Yayın Etiği İlkeleri ve Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- Atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Bu tezin herhangi bir bölümünü Afyon Kocatepe Üniversitesi veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

...../...../.....

İmza

Abdulkadir Uyanık

ÖZET

ANADOLU VE İTALYAN MANDALARINDA CANLI AĞIRLIK VE BAZI VÜCUT ÖLÇÜLERİNİN ÇOK DEĞİŞKENLİ İSTATİSTİKSEL YÖNTEMLER İLE İNCELENMESİ

Bu araştırmada Afyonkarahisar şartlarında yetiştirilen Anadolu ve İtalyan mandalarının vücut ölçüleri ile canlı ağırlık değerlerinin tahmin edilmesi amacıyla çoklu doğrusal regresyon analizi kullanılmıştır. Anadolu ve İtalyan mandalarının vücut ölçüleri bakımından homojen ve heterojenliğinin belirlenmesi amacıyla aşamalı kümeleme yöntemleri kullanılmıştır.

Çalışmada, Afyonkarahisar ilinde bir işletmede bulunan farklı yaşlarda 75 Anadolu ve 75 İtalyan mandasına ait vücut ölçüleri ve canlı ağırlık verileri kullanılmıştır. İtalyan mandalarında her yaş grubu için ortalama canlı ağırlık değerleri, Anadolu mandalarından yüksek bulunmuştur. Yaşa göre düzeltilmiş canlı ağırlık ortalaması Anadolu mandalarında $612,54 \pm 70,47$ kg, İtalyan mandalarında ise $671,48 \pm 53,99$ kg olarak bulunmuştur. Ek olarak, Anadolu mandasına ilişkin cidago yüksekliği, beden derinliği, sağrı genişliği ve canlı ağırlık ölçüleri üzerinde yaşın etkisinin farklı düzeylerde ($p < 0,05$; $p < 0,001$) önemli olduğu belirlenmiştir. İtalyan ırkında ise cidago yüksekliği, beden derinliği, vücut uzunluğu, sağrı genişliği, ön meme başı uzunluğu, kalça yumru genişliği ve canlı ağırlıkları üzerinde yaşın etkisi önemli bulunmuştur. Mandaların vücut ölçüleri kullanılarak yapılan canlı ağırlık tahminine ilişkin çoklu doğrusal regresyon analizi sonucuna göre; Anadolu mandalarında cidago yüksekliği, beden derinliği, vücut uzunluğu, ökçe yüksekliği ve sağrı genişliği değişkenlerinin canlı ağırlık üzerinde önemli bir etkisi olduğu belirlenmiştir. İtalyan mandalarında ise vücut uzunluğu, ön meme başı uzunluğu ve kalça yumru genişliği değişkenlerinin canlı ağırlık üzerinde önemli bir etkisi olduğu belirlenmiştir. Vücut ölçülerine göre yapılan Kümeleme analizinde aşamalı kümeleme yöntemlerinden Tam Bağlantı Kümeleme Yöntemi ve Ward Kümeleme Yöntemi'ne ilişkin sonuçlar ve dendrogramlar incelendiğinde, Anadolu mandaları 5, İtalyan mandaları ise 2 kümeye ayrıldığı görülmüştür. Uygulanan aşamalı kümeleme yöntemlerine ilişkin bulgular, Anadolu mandalarının İtalyan mandalarına göre vücut ölçüleri açısından daha heterojen bir yapıda olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Anadolu mandası, İtalyan mandası, çok değişkenli analiz, vücut ölçüleri

ABSTRACT

EVALUATION OF LIVE WEIGHT AND SOME BODY MEASUREMENTS IN ANATOLIAN AND ITALIAN BUFFALOES USING MULTIVARIATE STATISTICAL METHODS

In this study, multiple linear regression analysis was used to estimate body measurements and live weight values of Anatolian and Italian buffaloes raised under Afyonkarahisar conditions. Gradual clustering methods were used to determine the homogeneity and heterogeneity of Anatolian and Italian buffaloes in terms of body sizes.

In the study, body measurements and live weight data of 75 Anatolian and 75 Italian buffaloes of different ages in a farm in Afyonkarahisar province were used. Average live weight values for each age group in Italian buffaloes were higher than those of Anatolian buffaloes. Average live weight corrected for age was 612.54 ± 70.47 kg in Anatolian buffaloes and 671.48 ± 53.99 kg in Italian buffaloes. In addition, it was determined that the effect of age on the shoulder height, body depth, rump width and body weight of the Anatolian race was significant at different levels ($p < 0.05$; $p < 0.001$). In the Italian race, the effect of age on shoulder height, body depth, body length, rump width, front nipple length, hip rump width and live weight was found to be significant. According to the results of the multiple linear regression analysis regarding the live weight estimation made using the body measurements of the buffaloes; It has been determined that the variables of wither height, body depth, body length, heel height and rump width have a significant effect on live weight in Anatolian buffaloes. It was determined that body length, anterior nipple length and hip tuber width variables had a significant effect on body weight in Italian buffaloes. When the results and dendrograms of the Full Link Clustering Method and Ward Clustering Method, which are among the phased clustering methods, were examined in the clustering analysis made according to body measurements, it was seen that the Anatolian buffaloes were divided into 5 clusters and the Italian buffaloes into 2 clusters. Findings regarding the gradual clustering methods applied, it was determined that Anatolian buffaloes were more heterogeneous in terms of body size than Italian buffaloes.

Keywords: Anatolian buffalo, body measurements, Italian buffalo, multivariate analysis

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ	iii
TEZ KABUL VE ONAY SAYFASI	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
İçindekiler	vii
Simgeler ve Kısaltmalar	ix
Şekiller Dizini	x
Çizelgeler Dizini	xi
1. GİRİŞ	1
1.1. Çoklu Doğrusal Regresyon Analizi	4
1.1.1. Çoklu Doğrusal Regresyonda Hipotez Testleri	10
1.1.2. Çoklu Belirleme Katsayısı	11
1.1.3. Çoklu Doğrusal Regresyona İlişkin Varsayımlar	12
1.2. Kümeleme Analizi	19
1.2.1. Uzaklık ve Benzerlik Ölçütleri	22
1.2.2. Kümeleme Yöntemleri	26
1.2.2.1. Aşamalı Kümeleme Yöntemleri	28
1.2.2.1.1. Tek Bağlantı Kümeleme Yöntemi	33
1.2.2.1.2. Tam Bağlantı Kümeleme Yöntemi	33
1.2.2.1.3. Ortalama Bağlantı Kümeleme Yöntemi	33
1.2.2.1.4. Ortanca Bağlantı Kümeleme Yöntemi	34
1.2.2.1.5. Merkezi Ortalama Bağlantı Kümeleme Yöntemi	34
1.2.2.1.6. En Küçük Varyans Kümeleme Yöntemi	35
1.2.2.2. Aşamalı Olmayan Kümeleme Yöntemleri	36
1.2.2.2.1. k-Ortalamalar Kümeleme Yöntemi	37
1.2.2.2.2. Medoid Kümeleme Yöntemi	37
1.2.2.2.3. Bulanık Kümeleme Yöntemi	37
1.2.3. Küme Sayısının Belirlenmesi	39
1.2.3.1. Küme Sayısının Belirlenmesinde Ayırma Analizinin Kullanılması	39
1.2.4. Hayvancılık Alanında Kümeleme Analizi ile İlgili Yapılan Araştırmalar	41
1.3. Vücut Ölçüleri ve Canlı Ağırlık Tahmini	44
1.4. Anadolu ve İtalyan Mandaları	50
2. MATERYAL VE METOT	58
2.1. Materyal	58
2.1. Metot	59
3. BULGULAR	61
3.1. Anadolu ve İtalyan Mandalarına Ait Bazı İstatistikler	61
3.2. Anadolu ve İtalyan Mandalarının Canlı Ağırlık Tahminine İlişkin Bulgular	63
3.3. Kümeleme Analizine İlişkin Bulgular	70

3.3.1. Aşamalı Kümeleme Analizine İlişkin Bulgular	71
3.3.1.1. Tek Bağlantı Kümeleme Yöntemi	71
3.3.1.2. Ortalama Bağlantı Kümeleme Yöntemi	73
3.3.1.3. Tam Bağlantı Kümeleme Yöntemi	74
3.3.1.4. En Küçük Varyans (Ward) Kümeleme Yöntemi	78
3.3.1.5. Aşamalı Kümeleme Yöntemlerine İlişkin Özet İstatistikler	81
4. TARTIŞMA	82
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	89
6. KAYNAKLAR	93
EKLER	100



SİMGELER VE KISALTMALAR

$\bar{y}_i$: Tahmini değerler

b_j : j'inci Regresyon Katsayısı

$S(b_j)$: j'inci Regresyon Katsayısına İlişkin Standart Hata

r : Korelasyon Katsayısı

R^2 : Çoklu Belirleme (Determinasyon) Katsayısı

λ : Özdeğer (Özvektörlerce açıklanan varyans)

k : Küme Sayısı

n : Birim Sayısı

s.d. : Serbestlik Derecesi

AKO: Artık Kareler Ortalaması

TÜİK: Türkiye İstatistik Kurumu

TekBKY : Tek Bağlantı Kümeleme Yöntemi

OrtBKY : Ortalama Bağlantı Kümeleme Yöntemi

TamBKY : Tam Bağlantı Kümeleme Yöntemi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1: Dahili uyum ve / veya harici çözüme sahip kümeler	21
Şekil 1.2: Aşamalı kümeleme yöntemi (Dendrogram grafiği)	29
Şekil 1.3: Yaygın birleştirici aşamalı kümeleme yöntemleri	31
Şekil 1.4: Medoidlerin etrafındaki bölümlenimin gösterimi	38
Şekil 3.1: Anadolu mandalarının vücut özelliklerine göre TekBKY ile kümelenmesine ait dendrogram	72
Şekil 3.2: İtalyan mandalarının vücut özelliklerine göre TekBKY ile kümelenmesine ait dendrogram	73
Şekil 3.3: Anadolu mandalarının vücut özelliklerine göre OrtBKY ile kümelenmesine ait dendrogram	74
Şekil 3.4: İtalyan mandalarının vücut özelliklerine göre OrtBKY ile kümelenmesine ait dendrogram	74
Şekil 3.5: Anadolu mandalarının vücut özelliklerine göre TamBKY ile kümelenmesine ait dendrogram	77
Şekil 3.6: İtalyan mandalarının vücut özelliklerine göre TamBKY ile kümelenmesine ait dendrogram	77
Şekil 3.7: Anadolu mandalarının vücut özelliklerine göre Ward ile kümelenmesine ait dendrogram	78
Şekil 3.8: İtalyan mandalarının vücut özelliklerine göre Ward ile kümelenmesine ait dendrogram	81

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1: Çoklu doğrusal regresyon analizine ilişkin varyans analizi tablosu	11
Çizelge 1.2: Veride Birlikte Değişim Problemini Belirlemede Kullanılan İstatistikler ve Bazı Önemli Özellikleri.	15
Çizelge 1.3: Standart birleştirici aşamalı kümeleme yöntemleri ile ilgili uyarılar	32
Çizelge 2.1: Anadolu ve İtalyan mandalarının Yaşlara Göre Dağılımı	58
Çizelge 2.2: Araştırmada kullanılan değişkenler	58
Çizelge 3.1: Anadolu ve İtalyan mandalarının canlı ağırlık ve bazı vücut ölçülerinin karşılaştırılması	61
Çizelge 3.2: Anadolu ve İtalyan mandalarının canlı ağırlık ve bazı vücut ölçülerinin yaşa göre karşılaştırılması	62
Çizelge 3.3: Anadolu mandalarının yaşa göre düzeltilmiş vücut ölçüleri kullanılarak oluşturulan çoklu doğrusal regresyon analizine ilişkin varyans analizi sonuçları	64
Çizelge 3.4: Anadolu mandalarının yaşa göre düzeltilmiş vücut ölçüleri kullanılarak oluşturulan çoklu doğrusal regresyon analizi sonuçları	64
Çizelge 3.5: Anadolu mandalarının yaşa göre düzeltilmemiş vücut ölçüleri kullanılarak oluşturulan çoklu doğrusal regresyon analizine ilişkin varyans analizi sonuçları	65
Çizelge 3.6: Anadolu mandalarının yaşa göre düzeltilmemiş vücut ölçüleri kullanılarak oluşturulan çoklu doğrusal regresyon analizi sonuçları	65
Çizelge 3.7: İtalyan mandalarının yaşa göre düzeltilmiş vücut ölçüleri kullanılarak oluşturulan çoklu doğrusal regresyon analizine ilişkin varyans analizi sonuçları	66
Çizelge 3.8: İtalyan mandalarının yaşa göre düzeltilmiş vücut ölçüleri kullanılarak oluşturulan çoklu doğrusal regresyon analizi sonuçları	66
Çizelge 3.9: İtalyan mandalarının yaşa göre düzeltilmemiş vücut ölçüleri kullanılarak oluşturulan çoklu doğrusal regresyon analizine ilişkin varyans analizi sonuçları	67
Çizelge 3.10: İtalyan mandalarının yaşa göre düzeltilmemiş vücut ölçüleri kullanılarak oluşturulan çoklu doğrusal regresyon analizi sonuçları	67
Çizelge 3.11: Anadolu ve İtalyan mandalarının canlı ağırlık tahminine ilişkin çoklu doğrusal regresyon denklemleri	68

Çizelge 3.12: Anadolu ve İtalyan mandalarının yaşa göre düzeltilmemiş canlı ağırlıkları ve vücut ölçüleri arasındaki korelasyon katsayıları	69
Çizelge 3.13: Anadolu ve İtalyan mandalarının yaşa göre düzeltilmiş canlı ağırlıkları ve vücut ölçüleri arasındaki korelasyon katsayıları	69
Çizelge 3.14: Anadolu mandalarının canlı ağırlık ve bazı vücut özellikleri üzerinde yaşın etki payı (EP) ile ham ve düzeltilmiş ortalama değerleri (n=75)	70
Çizelge 3.15: İtalyan mandalarının canlı ağırlık ve bazı vücut özellikleri üzerinde yaşın etki payı (EP) ile ham ve düzeltilmiş ortalama değerleri (n=75)	71
Çizelge 3.16: Anadolu ve İtalyan mandalarının vücut özelliklerine göre TekBKY ile Kümelenmesi	72
Çizelge 3.17: Anadolu ve İtalyan mandalarının vücut özelliklerine göre OrtBKY ile Kümelenmesi	73
Çizelge 3.18: Anadolu ve İtalyan mandalarının vücut özelliklerine göre TamBKY ile kümelenmesi	75
Çizelge 3.19: Anadolu ve İtalyan mandalarının vücut özelliklerinin TamBKY ile kümelenmesine ilişkin tanıtıcı istatistikler	76
Çizelge 3.20: Anadolu ve İtalyan mandalarının vücut özelliklerine göre Ward ile kümelenmesi	78
Çizelge 3.21: Anadolu ve İtalyan mandalarının vücut özelliklerinin Ward ile kümelenmesine ilişkin tanıtıcı istatistikler	79
Çizelge 3.22: Aşamalı kümeleme yöntemlerine ilişkin özet istatistikler	81

1. GİRİŞ

Literatürde açıklanan istatistiksel yöntemlerin çoğu tek değişkenli yöntemlerdir. Çünkü bunlar yalnızca tek bir değişkendeki değişikliklerin analizi ile ilgilidir. Öte yandan, çok değişkenli analizin tüm amacı, birden fazla ilgili değişkeni aynı anda ele almaktır (Manly ve Alberto, 2016).

Yapılan çalışmalarda incelenen olaylar, tek değişkenli istatistik kullanımının sorunu açıklamada yeterli olmayabileceğini göstermektedir. Tek değişkenli istatistiksel yöntemlerde, analiz edilen olay tek bir olaydır ve tek bir değişken kontrol edilecektir. Ancak bilimsel araştırmalar bir değişkenle açıklanamayacak kadar karmaşıktır. Bu nedenle tek değişkenli istatistiğin sınırlılıkları, çoklu istatistiksel yöntemlerin ortaya çıkmasına neden olmuştur (Akyıldız, 2006).

Uzun yıllardır çok değişkenli istatistiksel teknikler, karmaşık veri setlerinin analizini kolaylaştırmak için kullanılmaktadır. Genel olarak, bu teknikler araştırmacıların ve değerlendircilerin çok sayıda bağımsız ve bağımlı değişkenden oluşan veri setlerini analiz etmesini sağlar. Bu tür verileri analiz etmenin en kolay yolu, tüm değişkenler arasındaki ilişkileri ve olası etkileşimleri aynı anda incelemektir. Bilimsel araştırmalardaki sorunların karmaşıklığı ve bilgisayar programlarının giderek gelişmesi sebebiyle, tek değişkenli istatistiksel işlemler bu tür verilerin yeterli analizini sağlayamamaktadır. Bu teknikler akademik yayınlarda sıklıkla kullanılmaya başlanmıştır (Çokluk vd., 2012).

Hayvancılık araştırmalarında daha doğru ve objektif sonuçlar elde etmek için diğer disiplinler gibi istatistiksel yöntemlerin de dahil edilmesi gerekmektedir. İstatistiksel yöntemlerle, araştırmadan elde edilen verilerin doğruluğunu analiz etmek ve test etmek mümkündür. Hayvancılık araştırmalarının özellikleri genellikle birçok faktörden etkilenir ve birbiriyle ilişkilidir. Hayvancılık alanında çok sayıda değişken olduğu için araştırmalarda güvenilir ve etkili sonuçlar elde etmek, bu değişime neden olan tüm faktörleri göz önünde bulundurmak ve elde edilen verilerin tüm yönlerini

değerlendirmek gerekmektedir. Faktörlerin çeşitliliği ve yüksek derecede değişkenlik nedeniyle, bu sorunları çözmek için hayvancılık araştırmalarında çok değişkenli veriler ve çok değişkenli istatistiksel yöntemler kullanılabilir (Ünlükaptan, 2008).

Hayvancılık araştırmalarındaki çok değişkenli istatistiksel yöntemler, hayvancılıktaki çeşitli birimlerin birbirleriyle, çevreleriyle ve karşılıklı etkilerini ortaya koymaktadır. Bu nedenle, çiftlik hayvanlarından elde edilen verilerin değişkenliği ve karmaşıklığı, basit istatistiksel bilgiler ve olasılık bilgilerinden fazlasını gerektirir. Bu veriler, çok değişkenli istatistiksel analizlerle çözülebilen büyük ölçekli veri setleri oluşturur (Ünlükaptan, 2008).

Hayvan yetiştiriciliğinin başarısı; yetiştirilecek ırkların kesin olarak belirlenmesine ve yetiştiricinin damızlık seçimine bağlıdır. Irkları belirlerken ve damızlık hayvanları seçerken vücut yapısı dikkate alınmalıdır. Hayvanlarda çeşitli doku ve organların gelişimi, hayvanların dış yapısında kendini gösterir. Bir hayvanın morfolojisi ve gelişimi hakkında önemli bilgiler sağlayan fiziksel özellikler; ırk, cinsiyet ve yaş gibi faktörlere göre değişiklik gösterir. Özellikle et üretimi, hayvanın büyüklüğü ile yakından ilgilidir (Akçapınar ve Özbeyaz, 1999).

Çok değişkenli istatistiklerin uygulanma amaçları ise şu şekildedir (Akyıldız, 2006);

- Veri indirgeme: Veri indirgemesinin amacı, veri yapısını P değişkenlerini içeren veri setindeki değişiklikleri açıklayan daha az değişkenle ($k < p$) açıklamaktır.

- Kümeleme ve Sınıflama: Amaç, genel özellikleri bilinmeyen yapılar için prototip setini (gruplar, sınıflar) belirlemeye yardımcı olmak ve yeni birimlerin önceden belirlenmiş gruplara atanmasını sağlamaktır.

- Ölçekleme: Amaç, p değişkenleri içeren p boyutlu bir ölçüme göre daha az değişken kullanarak birimleri görüntülemek ve tanımlamak ve $k < p$ boyutlu ölçekte birimler arasındaki benzerliği ve farkı kontrol etmektir.

- Hipotez Testleri (Hipotez Oluşturma): Bu yöntemler kullanılarak, açıklamaya çalışılan olayla ilgili yeni modeller ve varsayımlar ortaya çıkarmak için kullanılabilirler.

Çok değişkenli istatistiksel yöntemler, yukarıda belirtilen amaçlar çerçevesinde çok geniş bir uygulama alanına sahiptir, ancak belirli varsayımlarla sınırlanabilirler. Bu varsayımlar aşağıdaki gibidir (Özhan Dedeoğlu, 2021).

- Veriler çok değişkenli normal dağılıma uyar.
- Tüm gruplar için kovaryans matrisleri eşittir.
- Bağımsız değişkenler arasında anlamlı doğrusal ilişki yoktur.
- Bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişki doğrusaldır.
- Değişken birim değerleri birbirinden bağımsızdır.

Yukarıdaki varsayımlardan en önemlisi, kullanılacak verilerin çok değişkenli normal dağılım gösteren popülasyonlardan elde edilmesidir (Kılıç, 2008).

Çok değişkenli analiz tekniklerini sınıflandırmada kullanılan bir yöntem veriler arasındaki bağımlılığın varlığı ile ilgilidir. Bağımlı değişken içerme durumuna göre çok değişkenli istatistik teknikleri aşağıdaki gibidir:

Çok Değişkenli bağımlı değişken içeren teknikler: Bir veya daha fazla değişken bağımlı değişken olduğunda ve diğer değişkenler tarafından açıklandığında ve tahmin edildiğinde, bu değişken kullanılır (Özhan Dedeoğlu, 2021).

- Çoklu Regresyon
- Ayırma Analizi

- Lojistik Regresyon
- Kovaryans analizi
- Varyans analizi
- Conjoint Analizi
- Kanonik (Kümelerarası) Korelasyon Analizi
- Yapısal Eşitlik Modeli

Çok Değişkenli Bağımlı değişken içermeyen teknikler: Hiçbir değişken “bağımlı” değildir. Değişkenler arasındaki ilişkilerin niçin ve nasıl gerçekleştiğini belirlemektir (Özhan Dedeoğlu, 2021).

- Asal Bileşenler
- Faktör Analizi
- Kümeleme Analizi
- Çok Boyutlu Ölçekleme
- Correspondence Analizi

Bilimsel araştırmada çok değişkenli istatistiksel yöntemler araştırma amacı ve değişken özellikleri dikkate alınarak seçilir. Daha spesifik olarak, değişkenlerin bağımlı veya iç bağımlılık arasında ayrım yapıp yapmadığı, mümkünse, yapılacak analizde kaç değişkenin bağımlı değişken olarak kabul edildiği ve değişkenlerin ölçeği, çok değişkenli istatistiksel yöntemlerin seçimini etkileyen bir faktördür (Albayrak, 2006).

1.1. Çoklu Doğrusal Regresyon Analizi

Regresyon analizleri, bir bağımlı değişken ile birkaç bağımsız değişken arasındaki ilişkiyi değerlendirmesine izin veren bir seri istatistiksel yöntemlerdir (Tabachnick vd., 2007). Regresyon analizi, aralarında bağlantı olan iki veya daha fazla değişkenden birinin bağımlı değişken, öbürlerinin bağımsız değişkenler olarak ayrımı ile aralarındaki ilişkinin bir matematiksel denklik şeklinde açıklanması sürecini anlatır (Büyüköztürk, 2015).

Regresyon ve korelasyon terimleri, bu prosedürleri etiketlemek için az çok birbirinin yerine kullanılır, ancak regresyon terimi genellikle analizin amacı tahmin olduğunda kullanılır ve korelasyon terimi, amaç sadece bağımlı değişken ile arasındaki ilişkiyi değerlendirmek olduğunda kullanılır. Regresyon yöntemleri, bağımsız değişkenlerin birbiriyle ve bağımlı değişken ile değişen derecelerde ilişkilendirildiği bir veri setine uygulanabilir (Tabachnick vd., 2007).

Regresyon yöntemleri, bağımsız değişkenler ilişkilendirildiğinde kullanılabildiğinden hem deneysel araştırmalarda hem de doğa "manipüle" ilişkili olduğunda gözlemsel veya anket araştırmasında yararlıdır (Tabachnick vd., 2007).

Regresyon analizinde matematiksel bir fonksiyon kullanarak x değişkenlerinin y değişkenleri üzerindeki ortalama etkisini tahmin eder. Tahmini değerler $\bar{y}_i$ ile belirtilir ve gerçekleşen y değerleri y_i ile gösterilir. Doğrusal tahmin tüm kadran boyunca çalışsa da x ve y değişkeni arasındaki ilişki yalnızca veri aralığı olarak adlandırılan veri noktalarını içeren alan için hesaplanır. Regresyon işlevini bu alanın dışındaki tahminler için kullanırsak (örneğin, bir tahminin parçası olarak), veri aralığı dışında tanımlanan ilişkinin veri aralığı içindeki ilişkilerden farklı olmadığını varsaymalıyız (Cleff, 2019).

Regresyon analizinde (Büyüköztürk, 2015);

- a) Bağımlı ve bağımsız değişken sayısı bir ise, yöntem basit regresyon analizi,
- b) Bağımlı değişken bir ve bağımsız değişken sayısı iki ya da daha fazla ise çoklu regresyon analizi,
- c) Bağımlı değişken iki ya da daha fazla ise çok değişkenli regresyon analizi denir.

Çoklu regresyon, her bir nesne için bağımlı bir değişkenin değerini tahmin etmek için sadece bir değişkeni birleştirmek yerine birkaç bağımsız değişkenin bir araya getirildiği iki değişkenli regresyonun bir uzantısıdır (Tabachnick vd., 2007). Basit ve çoklu doğrusal regresyon modelleri kullanılarak, çok değişkenli fonksiyon şu şekilde ifade edilir (Özdamar, 2004):

$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \varepsilon$	Basit doğrusal model	[1.1.]
$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_p X_p + \varepsilon$	Çoklu doğrusal model	[1.2.]
$Y_1, Y_2 = f(X_1, X_2, \dots, X_p)$	Çok değişkenli fonksiyon	[1.3.]

Değişkenler arasındaki ilişki doğrusal ise, doğrusal regresyon analizi olarak adlandırılır, aksi takdirde buna doğrusal olmayan (eğrisel) regresyon analizi denir (Büyüköztürk, 2015). Bu çalışmada sadece doğrusal regresyon analizine yer verilmiş olup, doğrusal olmayan regresyon analizine yer verilmemiştir.

Çoklu doğrusal regresyon analizi, bağımlı değişken ile bir veya daha fazla bağımsız değişken arasındaki sürekli doğrusal ilişkiyi tahmin etme yöntemidir (Slinker ve Glantz, 1988). Çoklu doğrusal regresyon analizinde, modeli oluşturan bazı bağımsız değişkenler modele önemsiz ölçüde katkıda bulunabilir. Bu nedenle, bağımlı değişkeni "en doğru" şekilde temsil edecek bağımsız değişkenlerin belirlenmesi ve önemli olmayan değişkenlerin modelden çıkarılması gerekmektedir. Bu işleme "değişken seçimi" adı verilir. Değişkenleri seçmek için aşağıdaki yöntemler geliştirilmiştir (Alpar, 2003);

1. İleriye doğru seçim yöntemi
2. Geriye doğru seçim yöntemi
3. Adımsal seçim yöntemi

Bu seçim yöntemlerinin hiçbirinin mutlak anlamda 'en iyi' olmadığı unutulmamalıdır. Sadece, örneklem için bağımlı değişkeninin iyi öngörücüleri olan değişkenlerin alt kümelerini tanımlarlar (Hutcheson ve Sofroniou 1999).

1. İleriye Doğru Seçim Yöntemi

Kısmi-F testi ile belirlendiği üzere, göreceli önem temelinde modele tekil olarak girilecek terimleri seçer. Modele girilecek ilk terim, eklenmesi durumunda F'nin değerinde en önemli değişikliğe neden olan terimdir, bunun bir 'giriş ölçütü' (değişken giriş için bu genellikle $P < 0,05$ olarak ayarlanır). Modele bir terim eklendiğinde, regresyon yeniden hesaplanır ve tüm terimler için kısmi-F değerleri

elde edilir ve modele girmek için hala dikkate alınmalıdır. Bu terimlerden F istatistiğinde en önemli değişikliğe neden olacak olan modele girilir (kriterin üzerinde olması koşuluyla) ve regresyon yeniden hesaplanır. Bu prosedür, tüm terimler modele dahil edilinceye veya gerekli anlamlılık düzeyine artık ulaşmayana kadar devam eder (Hutcheson ve Sofroniou 1999).

2. Geriye Doğru Seçim Yöntemi

Model oluşturma geriyeye doğru seçim yöntemi, başlangıç modelinin tüm bağımsız değişkenlerin girildiği ve daha sonra terimlerin modelden sırayla kaldırıldığı bir model olması dışında ileri seçim yöntemine çok benzerdir. Sürecin her adımında, F' nin değerinde en küçük önemli değişikliğe neden olan terim modelden çıkarılır. Her terim kaldırıldıktan sonra, regresyon denklemi yeniden hesaplanır ve modelde kalan terimler, kriter düzeyinden daha az katkıda bulunup bulunmadığını görmek için yeniden incelenir. Bu süreç, modelden tüm terimler kaldırılincaya veya artık kaldırma kriterine ulaşmayana kadar devam eder (Hutcheson ve Sofroniou 1999).

3. Adımsal seçim yöntemi

Basitçe ileri seçim ve geriyeye doğru eleme işleminin bir kombinasyonudur ve otomatik değişken seçiminin en yaygın kullanılan yöntemlerinden biridir. Adımsal seçim, ileriye yönelik seçimde olduğu gibi bir model oluşturur, ancak her adımda modele hangi terimlerin eklenebileceğini değerlendirmek yerine (ileriye doğru seçim prosedürünü kullanarak), şu anda dahil edilenlerin olup olmadığını görmek için test edilir. Bu prosedürün avantajı, ek terimler eklendikçe önemi azalan terimlerin kaldırılabilmesidir. Modele iki terim girilene kadar adımsal seçim ileri seçim yöntemi ile aynı şekilde ilerler. Bu noktada, tutma kriterlerini hala karşılayıp karşılamadıklarını görmek için her ikisi de incelenir. Bunlardan herhangi biri yoksa, en önemsiz olan kaldırılır ve regresyon yeniden hesaplanır. Model seçim prosedürü daha sonra modelde mevcut olmayan terimlerin herhangi birinin giriş kriterine ulaşp ulaşmadığını test etmeye devam eder ($P < 0,05$). Herhangi biri kritere ulaşırsa, en önemlisi modele girilir ve regresyon yeniden hesaplanır. Daha sonra süreç,

modeldeki tüm terimler anlamlılık açısından kontrol edilerek tekrarlanır ve eğer herhangi biri tutma kriterinin altındaysa kaldırılır. Bu girme ve çıkarma prosedürü, daha fazla değişken giriş kriterine ulaşmayana kadar devam eder (Hutcheson ve Sofroniou 1999).

Hayvancılıkta bağımlı değişken olarak seçilen bir faktör, birçok ögeyi etkilemektedir. Ancak araştırmacılar seçilen etkene tesir eden öğelerden hangilerinin regresyon modeline eklenip eklenmeyeceği konusunda kararsız kalabilmektedir. Bu sebeple regresyon analizinde ele alınan modelde, modele hangi bağımsız değişkenlerin gireceği konusu zooteknide önemlidir (Kayaalp vd., 2015).

Çok değişkenli istatistiksel yöntemlerin bir ünitesi olan çoklu doğrusal regresyon analizinin bir çalışmada uygulanması ile bağımlı değişkenin belirlenmesinde bağımsız değişkenlerin göreceli önemi saptanmış olur. Bu bağlamda, çoklu doğrusal regresyonu basit doğrusal regresyondan ayıran özellik, her bir bağımsız değişken ile bağımlı değişken arasındaki ilişkilerin eşzamanlı olarak saptanmasıdır. Çoklu doğrusal regresyon modelinde, bir bağımlı değişken (Y) ile iki yahut daha çok bağımsız değişken ($x_1, x_2, \dots, x_p$) arasındaki bağlantı aşağıdaki gibi verilir (Mardia vd., 1989):

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \dots + \beta_p X_{ip} + \varepsilon_i \quad [1.4.]$$

formülü ile gösterilen, bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki fonksiyonel bağ matris şekli ile [1.5.] gösterilir.

$$Y = X\beta + \varepsilon \quad [1.5.]$$

[1.5.] eşitliğinde;

Y, (n x 1) boyutlu bağımlı değişken vektörü,

X, (n x (p+1)) boyutlu bağımsız değişkenler gözlem matrisidir, bu matrisin ilk sütunu 1'lerden, kalan sütunları ise değişken değerlerinden oluşur. B. ((p+1) x 1) boyutlu katsayılar vektörü ve ε , (n x 1) boyutlu hata vektörüdür.

Yukarıda verilmiş olan [1.4.] ve [1.5.] eşitliği n sayıda bulgu için aşağıdaki gibi gösterilir:

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & X_{11} & X_{12} & \dots & X_{1p} \\ 1 & X_{21} & X_{22} & \dots & X_{2p} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ 1 & X_{n1} & X_{n2} & \dots & X_{np} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \beta_2 \\ \vdots \\ \beta_p \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \\ \vdots \\ e_n \end{bmatrix}$$

Regresyon örneğiyle alakalı örneklem tahmin formülü ise gözlemler şeklinde eşitlik [1.6.]’ da, yalnızca değişkenler göz önünde bulundurularak eşitlik [1.7.]’de ve matris şekli ile eşitlik [1.8.]’de verilmiştir.

$$\hat{Y}_i = b_0 + b_1X_{i1} + b_2X_{i2} + \dots + b_pX_{ip} \quad [1.6.]$$

$$\hat{Y} = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_pX_p \quad [1.7.]$$

$$\hat{Y} = X\hat{\beta} \quad [1.8.]$$

[1.8.] eşitliğinde $\hat{\beta}$; $b_0, b_1, b_2, \dots, b_p$ ’den meydana gelen $((p+1) \times 1)$ boyutlu katsayılar vektörü olmakta, fazla değerleri $b_1(e_i)$ ise aşağıdaki formül ile bulunmaktadır.

$$e_i = Y_i - \hat{Y}_i \quad [1.9.]$$

Çoklu regresyon analizinde $p+1$ sayıda regresyon katsayıları en küçük kareler yöntemi ile ortaya çıkarılması için [1.10.] eşitliğinden faydalanır.

$$\hat{\beta} = [X'X]^{-1}X'Y \quad [1.10.]$$

Eşitlik [1.10.]’ deki X' matrisi, X matrisinin devriği (transpozu) olup, $[X'X]$ matrisinin tersinin alınabilmesi gerekmektedir. Bu sebeple bağımsız değişkenler doğrusal ve bağımsız olmalıdır (Alpar, 2003).

Regresyon analizinin birincil amacı genellikle bir bağımlı değişken ile birkaç bağımsız değişken arasındaki ilişkiyi araştırmaktır. Bir ön adım olarak, bağımlı değişken ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkinin ne kadar güçlü olduğu belirlenir; daha sonra bağımsız değişkenlerin her birinin ilişkideki önemi değerlendirilir (Tabachnick vd., 2007).

Çoklu doğrusal regresyon analizinde, bağımlı değişken ile birden fazla bağımsız değişken arasındaki fonksiyonel ilişki incelenir. Çoklu doğrusal regresyonun iki ana amacı vardır. Bunlar (Alpar, 2003);

- Bağımlı değişkenin değerini tahmin etmek için bağımlı değişkeni etkilediği bilinen değişkenleri kullanmak
- Hangi bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkeni etkilediğini belirlemek ve bağımlı değişkeni daha fazla etkilemek ve aralarındaki ilişkiyi tanımlamak.

Bağımlı değişkeni etkileyen tüm faktörlerin belirlenmesi ve bağımsız değişkenin bağımlı değişkeni nasıl ve ne şekilde etkilediğinin belirlenmesi sağlıklı sonuçlar elde etmek için önemlidir (Günaşdı, 2014).

1.1.1. Çoklu Doğrusal Regresyonda Hipotez Testleri

Çoklu doğrusal regresyon denklemi elde edildikten sonra çeşitli hipotezler test edilebilmektedir. Öncelikli olarak varyans analizi uygulayarak, bağımlı değişken ile bağımsız değişkenler arasında doğrusal bir ilişkinin olup olmadığı kontrol edilir (Montgomery vd., 2012). Elde edilen tahminlerin anlamlı olup olmadığına karar verebilmek için t ve F testi kullanılır. Regresyon doğrusunun tüm değişkenlerinin istatistiksel açıdan anlamlı olup olmadığını test etmek için önce varyans analiz tablosu aşağıdaki şekilde oluşturulur (Hutcheson ve Sofroniou 1999):

Çizelge 1.1: Çoklu doğrusal regresyon analizine ilişkin varyans analizi tablosu

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması
Regresyon	1	RKT	RKO=RKT/1
Hata	n-2	HKT=GKT-RKT	HKO=HKT/(n-2)
Genel (toplam)	n-1	GKT	

Daha sonra sabit terim dışındaki değişkenlerin 0'dan farklı olup olmadığı hipotezi test edilir (Yücel, 2014). Modelde bulunan değişkenler arasındaki bağlantıyı test edecek ve bağlantının anlamlı olup olmadığını ortaya çıkaracak hipotezler şu şekilde oluşturulur (Hutcheson ve Sofroniou 1999):

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k = 0$$

Test istatistiği:

$$F = \frac{\text{Regresyon Kareler Ortalaması}}{\text{Hata kareler Ortalaması}}$$

$$H_1: \beta_1 \neq \beta_2 \neq \dots \neq \beta_k \neq 0$$

Serbestlik derecesi: 1, (n-2)

(Yücel, 2014).

Bağımlı değişkeni etkileyen bir veya birden çok bağımsız değişkenin etkilerinin var olup olmadığını tespit edebilmek için F testi kullanılabilir. Ancak, bu F testi ile bağımlı değişken ile bağımsız değişkenler arasında bulunan bağlantının olup olmadığına karar verebilirken bağlantıyı hangi değişkenlerin sağladığı hakkında bir sonuca varılmaz (Hutcheson ve Sofroniou 1999).

1.1.2. Çoklu Belirleme Katsayısı

Çoklu regresyon modelinin uyum iyiliği, modele dahil edilen tüm terimlerle açıklanabilen bağımlı değişkeninin oranını gösteren R^2 istatistiği ile gösterilebilir. Birden çok terim içeren bir model için hesaplanan R^2 istatistiği, genellikle çoklu belirleme katsayısı olarak bilinir ve yaygın olarak kullanılır. Bununla birlikte, bir modele eklenen her terim, üzerinde etkisi olmasa bile R^2 'nin değerini artırdığı için model uyumunun ideal bir göstergesi değildir, çünkü her terim en az bir durumu

hesaba katacaktır. Bu nedenle R^2 , modele dahil edilen terimlerin sayısı olay sayısına göre arttıkça, $1'$ e meyleden iyimser bir model uyumu sağlar (Hutcheson ve Sofroniou 1999).

Belirleme katsayısı, Y'deki toplam değişimi açıklamak için kullanılan X değişkeninin oranını verir ve $0 < R^2 < 1'$ dir (Şahinler, 2000).

R^2 , bağımlı değişkendeki ne kadar değişikliğin bağımsız değişken (%) tarafından açıklandığını gösterir. Bu katsayı (Tümer ve Birinci, 2011);

$$R^2 = R.K.T. / G.K.T. = 1 - (H.K.T./G.K.T.) \quad [1.11.]$$

R^2 formülü ile hesaplanır. Burada R.K.T.: varyans tablosunun analizinde kareler toplamı, H.K.T.: hata kareleri toplamı, G.K.T.: genel kareler toplamı anlamına gelmektedir. Büyük bir R^2 her zaman modelin iyi olduğunu göstermez. Çünkü konuyla ilgili olan veya olmayan değişkenleri modele eklenen R^2 değerini artıracaktır. Bu nedenle, büyük bir R^2 değerine sahip model her zaman en iyi tahmine dayalı model olmayabilir. Ancak modeldeki değişkenlerle ilgili herhangi bir sorun yoksa pratikte iyi bir yöntemdir. R^2 ' nin karekökü, Y ve X değişkenleri arasındaki çoklu korelasyon katsayısını verir (Şahinler, 2000).

1.1.3. Çoklu Doğrusal Regresyona İlişkin Varsayımlar

Çoklu doğrusal regresyon analizini uygulamak ve sonuçları tutarlı kılmak için (değişkenleri en küçük kareler tahmin yöntemine göre tahmin etmek), bazı varsayımların oluşturulması gerekir. İlgili varsayımlar aşağıdaki gibidir (Topal vd., 2010):

- Hata terimlerinin beklenen ortalaması sıfırdır: $E(e) = 0$.
- Hata terimleri birbirinden bağımsızdır. Yani birim değerler arasında otokorelasyon yoktur: $Cov(e_i, e_j) = 0, i \neq j$

- Hata varyansı sabittir: $\text{Var}(e_i) = \sigma^2$.
- Hata terimleri (e_i) ile bağımlı değişken (Y) arasında bir ilişki yoktur: $\text{Cov}(e_i, Y_i) = 0$.
- Hata terimi ve bağımsız değişken birbirinden bağımsızdır: $\text{Cov}(e_i, X_i) = 0$.
- Bağımsız değişkenler arasında anlamlı bir ilişki yoktur: $\text{Cov}(X_i, X_j) = 0$.
- Değişken ölçümlerinde hata yoktur.

Yukarıdaki varsayımlardan biri veya daha fazlası karşılanamadığında, en küçük kareler tahmin aracı yanlış, tutarsız veya geçersiz olacaktır (Albayrak, 2012).

Standart çoklu regresyon, yalnızca ilişkiler doğası gereği doğrusal ise bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiyi doğru bir şekilde tahmin edebilir. Bağımsız değişkenler ile bağımlı değişken arasındaki ilişki doğrusal değilse, regresyon analizinin sonuçları gerçek ilişkiyi olduğundan az tahmin edecektir (Tabachnick vd., 2007).

Bazı veri problemlerinin varsayımları ve kontrolü: Regresyon analizinde varsayım hatası terimi, bağımsız, sıfır ortalama ve sabit varyans ile normal bir dağılım gösterir. Bu varsayımlar modele uygulanmazsa, modelin herhangi bir yorumu şüphe uyandırır ve tartışılması gerekir. Bu nedenle model kullanılmadan önce uygulama tekniğinin gerektirdiği varsayımlar kontrol edilmelidir (Şahinler, 2000).

Normallik varsayımı: Normal olasılık grafiği, araştırma örneğinde hipotezin doğru olup olmadığını belirlemenin en pratik yollarından biridir. Bir grafik çizerken, bu noktalar bir çizgi üzerinde olmalıdır. Elde edilen grafikteki doğrudan sapma, ilgili gözlemin normalden sapmasını temsil eder. Gözlemlenen değer sapması, uygun olmayan bir regresyon modelinin kullanıldığını veya varyansın eşit olmadığını gösterir. Bu durumda, herhangi bir sonuca varmadan önce bu tür hipotezlerin birçok örneğini inceleyerek iyi uygulama yapılmalıdır. Normallik için kullanılan grafik yöntemlere ek olarak, kalıntının tamamen incelenip incelenmediğini ve normal bir dağılım gösterip göstermediğini test etmek için analitik testler (Kolmogorov-

Smirnov, Shapiro- Wilks istatistikleri, çarpıklık, basıklık ve kapsamlı testler gibi) kullanılabilir. (Şahinler, 2000).

Bağımsız kalıntı varsayımı: En küçük kareler regresyon analizinde, hata teriminin sıfır olduğu varsayılır, varyansı sabittir ve birbiriyle ilintisizdir. Bazı regresyon uygulamalarında, bağımlı ve bağımsız değişkenler doğal olarak kronolojik sıraya göre düzenlenir. Bu tür verilere zaman serisi verileri denir ve genellikle ekonomi ile ilgili araştırmalarda bulunabilir. Korelasyonsuzluk ve bağımsızlık varsayımları olmayabilir. Özellikle, zaman serisi verilerinde seri korelasyon vardır (E [cov (ϵ_i , $\epsilon_i + j$)] $\neq 0$). Bu özneliğe sahip hata terimlerine otokorelasyonlu hatalar denir. Hata otokorelasyonludur ve en küçük kareler regresyonu üzerinde etkisi vardır (Şahinler, 2000)

Hata teriminde otokorelasyonu belirlemenin bir diğer yöntemi de Durbin Watson istatistiğidir (Şahinler, 2000). Aşağıdaki formül ile verilmiştir;

$$d = \frac{\sum_{t=2}^n (e_t - e_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^n e_t^2} \quad [1.12.]$$

istatistiğinin kullanımıdır. Burada, e_t ; $t=1,2,...,n$ 'in en küçük kare regresyonundan elde edilen t. kalıntı değerini gösterir. Denklemden (4) hesaplanan d değerini d_L ve d_U iki anahtar tablo değeri ile karşılaştırmanın sonucu (Şahinler, 2000);

$d < d_L$ ise $H_0 : \rho = 0$ hipotezi red edilir

$d > d_U$ ise $H_1 : \rho = 0$ hipotezi red edilmez

$d_L \leq d \leq d_U$ ise test yetersiz kalmaktadır.

Hata teriminde otokorelasyon problemi varsa X ve Y değişkenlerinde problemin çözümü için,

$$X'_t = X_t - pX_{t-1}$$

$$Y'_t = Y_t - pY_{t-1}$$

en küçük kareler regresyon analizi, dönüştürülmüş ve elde edilen yeni X 've Y' değişkenlerine uygulanabilir. ρ buradaki değer;

$$\rho = \sum_{t=2}^n (e_t e_{t-1})^2 / \sum_{t=1}^n e_t^2 \quad [1.13.]$$

formülüyle hesaplanmaktadır.

Sabit varyans varsayımı (ortalama kare hatası): Regresyon analizindeki temel varsayımlardan biridir. Bu nedenle, kalıntıların sabit bir varyansa sahip olup olmadığını belirlemek ve doğrulamak çok önemlidir. Bu problem çözülmezse, en küçük kareler kestiricisi hala doğrudur, ancak minimum varyans özelliğine sahip olmayabilir. Yani katsayının standart hatası, gerekli hatadan daha büyük olacaktır (Şahinler, 2000).

Çizelge 1.2: Veride Birlikte Değişim Problemini Belirlemede Kullanılan İstatistikler ve Bazı Önemli Özellikleri.

Kullanılan İstatistik	Formülü	Kritik Değer	İstatistiklerin Önemli Özellikleri
F ve t istatistikleri	-	-	• Bu her zaman etkili bir yöntem değildir
Korelasyon Katsayısı (r_{ij})	-	-	• Yalnızca ikili bağımlılıkları belirler ve çoklu bağımlılıklarda yetersizdir
Varyans Şişme Faktörü (VIF _j)	$(1 - R_j^2)^{-1}$	10	• Toplam değişiklikler nedeniyle j' inci regresyon katsayısının yanlış tahmin edildiğini gösterir. • Bağımsız değişkenin birlikte değişime katkısının derecesini ölçer
det(X'X)	X'X	-	• Değişkenler arasındaki ilişkiyi belirlemez, ancak bağımlılıkların varlığı hakkında genel sonuçlar çıkarmak mümkündür
Durum Sayısı (κ_j)	$\lambda_{\max} / \lambda_j$	100	• Hesaplanan özdeğerlerin en büyüğünü diğer özdeğerlere bölmek suretiyle hesaplandığından belli bir değişken ile diğer değişkenler arasındaki bağımlılığı belirler
Varyans Ayrışım Oranı (π_j)	$\frac{v_{ji}^2 / \mu_j^2}{VIF_j}$	0,5	• iki değişken arasındaki ikili bağımlılığı belirlediği gibi, çoklu bağımlılığı da belirler • İlgili j'inci bağımsız değişkenler arasında birlikte değişim olduğunu ve birlikte değişim ile ilgili olan j'nci tekil değer (μ_j), $Var(\beta_j)$'yi önemli derecede etkilediğini ifade eder • En çok tavsiye edilen istatistiktir

Birlikte değişim terimi, X matrisinin kolonlarının doğrusal bağımlılığı şeklinde tanımlanabilir (Montgomery vd., 2012). Bağımsız değişkenler arasında birlikte değişim problemi,

- a) veri toplama yönteminin yanlış olması,
- b) popölasyon veya modelde yapılan kısıtlamalar,
- c) modelin tanımlanmasındaki hatalar,
- d) model seçiminde yapılan hatalar gibi nedenlerden kaynaklanabilir.

Verideki bu problem, regresyon katsayılarına ait en küçük kareler tahmincilerinin varyans ve kovaryans değerlerinin büyük olmasına, buna bağlı olarak da regresyon modeline dayanan yorumların hatalı olmasına neden olabilir (Montgomery vd., 2012). Bununla birlikte, katsayıların büyük varyansının ve kovaryansının tek nedeni, verilerin birlikte değişmesi değildir. Bağımsız değişkenler arasında bir arada varoluş sorunu olup olmadığını belirlemek için birçok yöntemin kullanılması önerilir. Bu problem aslında bir veri problemi olduğundan, onu tespit etmek için önerilen yöntemlerin çoğu x bağımsız değişken matrisiyle ilgilidir. Bunlar arasında en sık kullanılan istatistiksel bilgiler hakkında özet bilgiler Çizelge 1.2' de verilmiştir (Şahinler, 2000).

Bağımsız değişkenler arasında belirlenen değişim problemini çözmek için modelin yeniden tanımlanması, konu ile ilgili diğer verilerin toplanması ve en küçük kareler yöntemi yerine Ridge regresyon yönteminin uygulanması önerilmektedir (Şahinler, 2000).

Etkili Gözlemlerin İncelenmesi: Regresyon analizinde gözlemler;

- 1) normal gözlemler,
- 2) sıra dışı gözlemler,
- 3) çekim gücü yüksek gözlemler
- 4) etkili gözlemler, şeklinde dört grup altında incelenebilir.

Normal gözlemlerin tüm değişkenlere eşit etki yaptığı düşünölür. Bu nedenle bir gözlemin normal gözlemler grubuna girmesinden çok, diğer gruplardan birisinde

bulunması daha önemli sonuçlar doğurabilir. Aynı zamanda bir gözlem hem sıra dışı hem çekim gücü yüksek hem de etkili gözlem olabilmektedir. Fakat gözlemin sıra dışı bir gözlem olması, aynı gözlemin etkili gözlem veya çekim gücü yüksek gözlem olmasını gerektirmez. (Catterjee ve Hadi 1988).

Çoklu regresyon yöntemi, bir modele birden fazla bağımsız değişkenin girilmesine izin verir. Bununla birlikte, hangi değişkenlerin girilebileceğine ilişkin bazı hususlar vardır. Bunlardan en önemlisi, burada bağımsız bir değişkenin modeldeki diğer bağımsız değişkenlerden biri veya daha fazlasıyla ilişkili olduğu bir durumu tanımlamak için kullanılan bir terim olan çoklu bağlantıdır. Bu ilişkiler mükemmel veya çok güçlü ise, regresyon modelinin hesaplanması ve sonuçların uygun şekilde yorumlanması etkilenebilir. Bir bağımsız değişkenin diğer bağımsız değişkenlerin bir veya daha fazlasından kesin olarak tahmin edilebildiği durumda, bir regresyon denklemi formüle bile edilemeyeceği için analiz başarısız olur. Güvenilir olmayan değişkenler, regresyon denklemi ve ardından sonuçların yorumlanması üzerinde büyük bir etki yaratan az sayıda gözlemin eklenmesi veya silinmesiyle veri setindeki nispeten küçük değişikliklerin bir sonucu olarak önemli şekilde değişebilir (Shine vd., 2018).

Çoklu eşdoğrusallığın sonuçları, bir dereceye kadar analizin amaçlarına bağlıdır. Amaç tahmin ise, o zaman çoklu bağlantı probleminin büyük bir bölümünü oluşturmasına gerek yoktur, çünkü öncelikle bağımsız değişkenlerin hesaplanan önemini etkiler. Bağımsız değişkenlerle ilişkili regresyon katsayılarının yorumlanması şüpheli olsa da bağımlı değişkeni yine de doğru bir şekilde tahmin edilebilir. Bununla birlikte, amaç açıklama ise (yani amaç, bireysel bağımsız değişkenler ile bağımlı değişken arasındaki ilişkilerin gücünü belirlemekse), yüksek derecede çoklu bağlantı varlığı, sonuçların doğru yorumlanması için ciddi bir sorun teşkil eder. Çoklu bir regresyon gerçekleştirilirken, çoklu bağlantı noktasının ne zaman bir problem oluşturacağını belirlenmesi ve bununla başa çıkma stratejisine karar verilmesi gerekir (Shine vd., 2018).

Bir veri kümesinde çoklu eşdoğrusallığın azaltılmasının birkaç yolu vardır. Bu yöntemler şunları içerir (Shine vd., 2018):

1. Örnekteki yetersiz bilgidен kaynaklanan bir sorun olduğundan, çözümlerden biri daha fazla veri toplayarak bilgi miktarını artırmaktır. Daha fazla veri toplandıkça ve örneklem boyutu arttıkça, standart hata azalma eğilimi gösterir ve bu da çoklu eşdoğrusallığın etkisini azaltır. Veri miktarını artırmak iyi bir seçenek ve çoklu doğrusallığı azaltmak için en iyi yöntemlerden biri olsa da, birçok durumda pratik veya mümkün değildir (Shine vd., 2018).

2. Yüksek düzeyde ilişkili olan iki veya daha fazla bağımsız değişkeni tek bir bileşik değişken halinde birleştirmektir. Bununla birlikte, bu yaklaşım, yalnızca bağımsız değişkenler aynı temel kavramın göstergeleri olduğunda mantıklıdır. Birbiriyle ilişkili çok sayıda değişken varsa, öncelikle Faktör analizini kullanarak örnekteki herhangi bir gizli değişkeni tanımlamak ve sonra bunları regresyon modeline girmek uygun olabilir (Shine vd., 2018).

3. Yüksek oranda ilişkili bağımsız değişkenleri bileşik bir değişkene daraltmak mümkün olmadığında, çoklu bağlantı doğrusallaşmanın etkisini ortadan kaldırmak için bir veya daha fazla değişken silinebilir. Bu seçenek, pratik olarak gerçekleştirilmesi en kolay olanlardan biri olsa da, değişken modelden kolayca çıkarılamayan bazı farklı teorik kavramları ölçüyorsa sorunlu olabilir. Bir modelden ilgili bir bağımsız değişkenin çıkarılmasının, yüksek çoklu doğrusallığın varlığından daha ciddi sorunlara neden olabileceği unutulmamalıdır. Önemli değişkenlerin kaldırılması, yanlış belirlenmiş bir modelle sonuçlanabilir. Bu nedenle, bağımsız değişkenleri bir regresyon denkleminde yalnızca yüksek derecede çoklu eşdoğrusallık gösterdikleri gerekçesiyle çıkarmak genellikle doğru değildir (Shine vd., 2018).

1.2. Kümeleme Analizi

Akıllı bir varlık, gördüğü her nesneye, evrendeki başka hiçbir şeye benzemeyen benzersiz bir varlık olarak davranamaz. Geçmişte karşılaştığı benzer nesneler hakkında zor kazanılan bilgilerini eldeki nesneye uygulayabilmesi için nesneleri kategorilere ayırması gerekir (Everitt vd., 2011).

Küme belirli bir nokta etrafında birleşen ve dolayısıyla konumlarıyla yakından ilişkili bir grup birey veya nesneyi ifade eder (Cleff, 2019). Kümeleme analizi ise, bu kümeleri yaratma işlemidir. Kümeleme analizi hakkında yapılan farklı bir tarif ise; küme denilen oranla homojen grupların iç içe durumların veya nesnelerin sınıflandırılması maksadıyla kullanılan yöntemler bütünüdür. Böylelikle nesneler, eklenen grup özelliklerini uygun şekilde yansıtan etkili bir simgeleme yeteneğine sahip olmaktadır (Koltan ve Patır, 2011).

Kümeleme analizi X veri matrisinde bulunan ve grupları meçhul birimleri, değişkenleri veya üniteleri birbirlerinin benzeri olan alt kümelere ayırmaya sağlayan yöntemler topluluğudur. Kümeleme analizi; birimleri p değişken açısından hesaplanan ve benzerlik ölçüsü olarak kullanılan birtakım ölçüler kullanarak homojen kümelere parçalamak maksadıyla kullanılır. Bu amaçlar dört grupta toplanabilir (Şahin ve Hamarat, 2002).

1) N sayıda birimi, nesneyi, oluşumu, p değişkene bakarak saptanan özelliklerine göre olabildiğince kendi aralarında homojen ve diğerlerinden değişik alt kümelere ayırmak.

2) p sayıda değişkeni, n sayıda birimde saptanan değerlere bakarak ortak özellikleri açıkladığı varsayılan alt kümelere bölmek ve müşterek etken yapıları ortaya koymak.

3) Hem birimleri hem değişkenleri hep beraber ele alarak, ortak n birimi p değişkene bakarak ortak spesifik alt kümelere ayırmak.

4) Birimleri, p değişkene bakarak saptanan değerler için, izledikleri biyolojik ve tipolojik sınıflamayı ortaya çıkarma (taksonomik bölümlendirme yapmak).

Bu bölüm aşağıdaki özelliklere sahip olmalıdır (Höppner vd., 1999):

- Kümelerdeki homojenlik, yani aynı kümeye ait olan veriler olabildiğince benzer olmalıdır.

- Kümeler arasındaki heterojenlik, yani farklı kümelere ait olan veriler olabildiğince farklı olmalıdır.

Kümeleme analizi, keşif amaçlı bir veri analizi tekniğidir. Kümeleme yöntemleri, büyük ölçüde hipotezi test etmekten ziyade üretmek için tasarlanmıştır. Karmaşık bir veri kümesindeki gözlemleri gruplayabilse de Kümeleme analizi ortaya çıkan grupların birbirinden önemli ölçüde farklı olup olmadığını belirleyemez. Grupların var olduğu gerçeği, önemli farklılıkların var olduğunu kanıtlamaz (Cleff, 2019).

Veriler, az sayıda nesne grubu tarafından geçerli bir şekilde özetlenebilirse, bu durumda grup etiketleri, verilerdeki benzerlik ve farklılık modellerinin çok kısa bir açıklamasını sağlayabilir (Everitt vd., 2011).

Bu, homojenlik ve ayırma kavramlarını matematiksel olarak kesin sayısal indeksler açısından kesinleştirme girişimlerinin neden çok sayıda ve çeşitli kriterlere yol açtığını açıklayabilir. Düzlemde görüntülendiğinde bir "kümenin" nasıl tanındığı tam olarak açık değildir, ancak tanıma sürecinin bir özelliği, noktalar arasındaki göreceli mesafelerin değerlendirilmesini içeriyor gibi görünebilir (Everitt vd., 2011).



Şekil 1.1: Dahili uyum ve / veya harici çözüme sahip kümeler

Kümeleme, bir denetimsiz öğrenme şeklidir. Kümeleme analizi değişik sorunların giderilmesinde kullanılan önemli bir analizdir. Öncelikle, doğru grupların bulunmasında faydalıdır. Bu durumda nesnel grupları tarif etmek maksadıyla Kümeleme analizinden faydalanılabilir. İkinci olarak Kümeleme analizi veri indirgeme sürecinde yararlıdır. Böylelikle çalışmada gerek vakit gerekse maliyet ve emek bakımından mühim kullanım sağlanmış olmaktadır (Koltan ve Patır, 2011). Kümeleme analizi ihtiyacı birçok çalışma alanında ortaya çıkmaktadır. Kümeleme analizinin başarıyla kullanıldığı altı alan şu şekildedir (King, 2015).

1. Yaşam bilimlerinde (biyoloji, botanik, zooloji vb.) analizin amacı, tam taksonomiler geliştirmekten farklı ancak çeşitli türlerin alt türlerini sınırlandırmaya kadar değişebilir.

2. Tıp bilimlerinde (psikiyatri, patoloji, vb.), bir küme analizinin nesneleri hastalıklar, hastalar, semptomlar ve laboratuvar testleri olabilir. Buradaki vurgu, hastaların tedavisinde pozitif tanı koymanın daha etkili ve ekonomik yollarının keşfedilmesidir.

3. Davranış bilimleri ve sosyal bilimlerde (psikoloji, sosyoloji, eğitim, vb.) çok çeşitli analiz nesnelerinden bazıları eğitim yöntemleri, davranış kalıpları, organizasyonlar, insan yargıları, aileler ve öğretim teknikleridir.

4. Yer bilimlerindeki (jeoloji, coğrafya, vb.) Kümeleme analizinin uygulamaları, dünyanın kara ve kaya oluşumları, topraklar, nehir sistemleri, şehirler ve bölgelerin incelenmesini içermektedir.

5. Mühendislik bilimlerinde kümelenmiş olan varlıkların örnekleri (örüntü tanıma, yapay zekâ, sibernetik, elektrik mühendisliği, vb.) el yazısıyla yazılmış karakterler, konuşma, parmak izleri, elektrokardiyogramlar, radar sinyalleri ve devre tasarımlarını içerir.

6. Bilgi ve karar bilimleri alanında (bilgi edinme, siyaset bilimi, ekonomi, pazarlama araştırması, operasyonel araştırma vb.) belge, pazar, yatırım ve kredi risklerinin analizine küme analizi uygulanmıştır.

1.2.1. Uzaklık ve Benzerlik Ölçütleri

Kümeleme analizinin başlıca amacı, gözlenen fert veya nesneler arasındaki benzerlikleri ya da uzaklıkları belirlemektir. Benzerlik iki nesne veya iki özellik arasında bulunan ilişkinin kuvveti olarak tanımlanabilir. Bu kantitatif değer kullanılan ölçeğe ya da veri tipine uygun olarak çeşitli şekillerde elde edilir. Uzaklık ise, iki obje arasındaki karşıtlık veya uyumsuzluğun bir ölçüsü olan farklılıkları ölçer. Benzerlik ve uzaklık ölçümleri birimlerin birbirinden fark edilmesini sağlar ve bu şekilde gözlemler kümelere ayrılır (Yaz, 2014).

Bu tür mesafenin tanımı şöyledir: $M = \{A, d\}$ uzayındaki bir yakınlık ölçüsü, bir boş olmayan A kümesinden ve bir $d: A \times A \rightarrow R^2$ mesafe fonksiyonundan oluşur ve aşağıdakileri sağlar (King, 2015):

$$1. d(x, y) \geq 0; d(x, y) = 0 \text{ ancak ve ancak } x = y$$

Yani, iki farklı nokta arasındaki mesafe kesinlikle pozitifdir.

2. $d(x, y) = d(y, x)$ A'daki tüm x, y için

X' den y'ye uzaklık, y'den x' e olan mesafeye eşittir.

3. (a) bir farklılık için $d(i, i) = 0$, tüm i için bir nokta ile kendisi arasındaki mesafe sıfırdır veya noktalar kendilerinden farklı değildir.

3. (b) bir benzerlik için $d(i, i) \geq \max_k d(i, k)$ tüm i için noktalar kendilerine en çok benzerdir.

İlk olarak, temelde bir veya daha fazla noktanın toplamı olan, boş olmayan bir A kümesi olmalıdır. Bir mesafe fonksiyonu verildiğinde, A, d' nin herhangi iki noktası arasındaki mesafeyi belirlemek için kullanılabilen d, belirli kurallara da uymalıdır. İlk kural, birimin negatif bir mesafeye sahip olamayacağını ve iki nokta arasındaki mesafenin ancak iki nokta aslında tam olarak aynı yerdeyse sıfır olabileceğini belirtir. İkinci kural, ölçülen yön için iki nokta arasındaki mesafenin aynı olması gerektiğini belirtir; x' ten y' ye gitmek, y' den x' e giderken aynı mesafeyi kapsar. Son olarak, ölçüm noktalar arasındaki benzerliğe veya farklılığa dayanır (King, 2015).

Bir veri grubunda bulunan birimlerin kümelenmesi işlemi bu birimlerin birbiriyle olan benzerlikleri veya birbirlerine olan uzaklıkları kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Değişkenlerin kesikli veya sürekli olmalarına veya değişkenlerin nominal, ordinal ya da oransal ölçekte olmalarına bakarak hangi mesafe ölçütünün kullanılacağına karar verilir (Gürcü, 2014).

Gözlemler birbirine ne kadar benzerse, uzaklıkları da o kadar yakın olur. Her mesafe ölçüsü, ters bir değer oluşturularak benzerlik ölçüsüne dönüştürülebilir ve bunun tersi de geçerlidir. Mesafe ve benzerlik ölçüleri genellikle yakınlık ölçüleri olarak bilinir. Mesafe ve benzerlik ölçüleri arasındaki benzer ilişkiye rağmen, uzaklık ölçüleri çoğunlukla gözlemler arasındaki farklılıkları vurgulamak için

kullanılırken, benzerlik ölçüleri onların simetrilerini vurgular. Hangi yakınlık ölçüsünün uygun olduğu ölçeğe bağlıdır. (Cleff, 2019).

Kümeleme analizinde parametre ölçekleri değişkenlerin yararlanma yeri ve amacına uygun olarak önem kazanmaktadır. Değişkenlerin ölçüm düzeyi matematiksel olarak ne şekilde ele alınacağına karşılık gelmektedir. Değişkenlerin ölçüm düzeyleri kategorik, sıralı, aralık ve büyüklük olarak dört grupta toplanır (Gögebakan, 2017).

Nicel veriler için mesafe ölçümü farklı matematiksel yöntemler ile yapılabilmektedir (Yaz, 2014). Genel olarak kullanılan ölçüler aşağıda verilmiştir;

Minkowski Uzaklığı: Genel bir mesafe ölçüsü olan Minkovski uzaklık ölçüsü değişkenlerde bulunan gözlem çiftleri arasındaki mesafenin bulunması amacıyla bir metrik bağıntı kullanır. $p > 1$ için L_n normu olarak adlandırılır. $x = (x_1, x_2, \dots, x_n) \in R^n$, $y = (y_1, y_2, \dots, y_n) \in R^n$ ($n \geq 2$) için (Gögebakan, 2017).

$$d(x, y) = (\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^p)^{1/p}, p > 1 \quad [1.14.]$$

ile tanımlanan d fonksiyonuna R^n üzerinde Minkovski uzaklığı denir.

Manhattan City-Block Uzaklığı: Manhattan uzaklığı, Minkovski uzaklığının özel bir halidir. Değişkende veri çiftleri arasında bulunan farkların ortalamasına eşittir. Minkovski uzaklık ölçüsünde hususi olarak $p=1$ alındığında Manhattan uzaklığı ya da L_1 normu elde edilir. $x = (x_1, x_2, \dots, x_n) \in R^n$, $y = (y_1, y_2, \dots, y_n) \in R^n$ ($n \geq 2$) için (Gögebakan, 2017),

$$d(x, y) = (\sum_{i=1}^n |x_i - y_i|) \quad [1.15.]$$

olarak elde edilir. Bu uzaklık ölçüsünde gözlemler arasındaki salt mesafe kullanılır. Manhattan uzaklık ölçüsünün diğer ismi “city block uzaklık ölçüsü” dür.

Öklid Uzaklığı: Öklid uzaklığında kullanılan metot ile standartlaştırılmış verilerle değil, verilerin düzenlenmemiş hali ile hesaplama yapılır. Değişkenler arasında bulunan ölçek farklılıkları Öklid uzaklıklarının hesaplamasında hatalara sebep olmaktadır. Öklid uzaklık yöntemi yaygın olarak kullanılan mesafe hesaplama formülüdür. $x=(x_1, x_2, \dots, x_n) \in R^n, y=(y_1, y_2, \dots, y_n) \in R^n$ ($n \geq 2$) için (Gögebakan, 2017),

$$d(x, y) = (\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2)^{1/2} \quad [1.16.]$$

ile tanımlanan d fonksiyonuna R^n üzerinde Öklid uzaklığı denir. Burada $p=2$ alındığında iki boyutlu uzayda L_2 normu olarak da adlandırılan Öklid uzaklığı, değişkenlerdeki bulgu çiftleri arasındaki uzaklıkların toplamalarının bulunmasında simetrik yapıda kullanılmaktadır (Gögebakan, 2017).

Mahalanobis Uzaklığı: Mahalanobis mesafesi, sürekli değişkenler arasındaki yakınlığı bulmak için kullanılabilir. Her biri n boyutunda i . gözlem çifti arasındaki Mahalanobis uzaklığı;

$$d(x, y) = (x_i - y_i)^T \Sigma^{-1} (x_i - y_i), i = 1, 2, \dots, n \quad [1.17.]$$

türetilmiştir. Burada Σ^{-1} değişken veya örnek varyans-kovaryans matrisidir. Mahalanobis mesafesi kullanılarak elde edilen küme yapısı eliptiktir. Mahalanobis mesafesi hesaplanırken varyans-kovaryans matrisinin Σ tersi her zaman hesaplanamaz. Verilerdeki değişkenler arasında ilişki olmadığında yani Pearson korelasyon katsayısı sıfır olduğunda matristeki köşegen dışındaki diğer elemanlar sıfır olacak, dolayısıyla kimlik matris yapısı haline gelecektir. Bu durumda Mahalanobis mesafesi, ikinci dereceden Öklid mesafesi olarak kabul edilir (Gögebakan, 2017).

Gözlemler arasındaki mesafe, değişkendeki gözlem çiftleri arasındaki ilişkinin yönü ve boyutuna göre de elde edilebilir. Pearson korelasyon katsayısı, $[-1, 1]$

aralığındaki değerle orantılı olarak değişkenlerin gözlem çiftleri arasındaki ilişkiyi belirleyebilir. Pearson'ın korelasyon katsayısı,

$$p_{ij} = \frac{(\sum_{k=1}^n (x_{ik} - \bar{x}_i)(x_{jk} - \bar{x}_j))}{(\sum_{k=1}^n (x_{ik} - \bar{x}_i)^2 \sum_{k=1}^n (x_{jk} - \bar{x}_j)^2)^{1/2}} \quad [1.18.]$$

şeklindedir. $\bar{x}_i$ i= 1,2,.. n gözlemdeki n gözlemin örnek ortalamasıdır (Gögebakan, 2017).

$$\bar{x}_i = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n x_{ik} \quad [1.19.]$$

Şeklinde ifade edilir. Pearson mesafe ölçüsü aynı zamanda "Karesel Pearson mesafesi" veya "standardize Öklid mesafesi" olarak da adlandırılır (Gögebakan, 2017).

1.2.2. Kümeleme yöntemleri

Bir kümeleme algoritmasının seçimi hem mevcut veri türüne hem de kullanımına bağlıdır. Bazen birkaç algoritma uygulanabilir ve önsel argümanlar, seçimi tek bir yöntemle daraltmak için yeterli olmayabilir. Böyle bir durumda, birden fazla program çalıştırmak ve ortaya çıkan sınıflandırmaları dikkatlice analiz etmek ve grafik ekranlarından yararlanarak karşılaştırmak gerekmektedir. Daha sonra bu sonuçların yorumlanması, kullanılan algoritmalarla ilgili bazı deneyimlerle birlikte orijinal verilerin anlamının iç görüşüne dayanmalıdır. Aynı veriler üzerinde birkaç algoritmanın denenmesine önemlidir, çünkü Kümeleme analizi, çıkarımsal veya doğrulayıcı amaçlarla gerçekleştirilen istatistiksel testlerin aksine, çoğunlukla tanımlayıcı veya keşif aracı olarak kullanılır. Yani, önyargılı bir hipotezi kanıtlamak veya çürütmek için değil; sadece verilerin yapısını görmek için kullanılır (Rousseeuw ve Kaufman, 1999).

Herhangi bir kümeleme yöntemi için gereksinimler (King, 2015):

1. Ölçeklenebilirliğe sahip olmalıdır

2. Farklı öznitelik türlerini ele almalıdır
3. Rasgele şekle sahip kümeleri keşfetmeli
4. Girdi değişkenlerini belirlemek için alan bilgisi için minimum gereksinimlere sahip olmalıdır
5. Gürültü ve aykırı değerlerle başa çıkabilme
6. Girdi kayıtlarının sırasına duyarsız olma
7. Boyutluluk lanetine sahip olma
8. Yorumlana bilirlik ve kullanılabilirliğe sahip olmak.

Kümeleme analizindeki vurgu, yeni verilere genelleştiren modeller üretmektir. Genel olarak (King, 2015):

1. Kümeler, aynı özelliklerin yeni gözlemlerini açıklamaya devam etmelidir.
2. İyi kümeler, araştırmacının yeni özellikler üretmesini sağlamalıdır.
3. İyi kümeler, yeni koşullar hakkında tahminlerde bulunmayı sağlayan geçerli bir sistemin parçası olmalıdır.
4. Geçerli bir küme üyelik sistemi, deneysel sonuçlar için açıklamalar sağlamalıdır.

Kümeleme analizine ilişkin yöntemler, uzaklık matrisi veya benzerlik matrisinden yararlanarak birimler veya değişkenleri kendi içerisinde homojen gruplara ayırmaktadır. Veri matrisinden birimlerin ya da değişkenlerin kümelenmesinde birçok yöntemden yararlanılmaktadır. Kümeleme yöntemleri, veri matrisinden elde edilen uzaklık ve benzerlik matrisini çözümleme biçimine ve grupları belirlemede izledikleri yaklaşımlara göre beş gruba ayrılır (Mardia vd., 1989). Bunlar;

Aşamalı Kümeleme Yöntemleri (Hierarchical Clustering Methods)

Aşamalı Olmayan Kümeleme Yöntemleri (Nonhierarchical Clustering Methods)

Ardışık Parçalama Yöntemleri (Iterative Partitioning Methods)

Optimizasyon Yöntemleri (Optimizin Procedures)

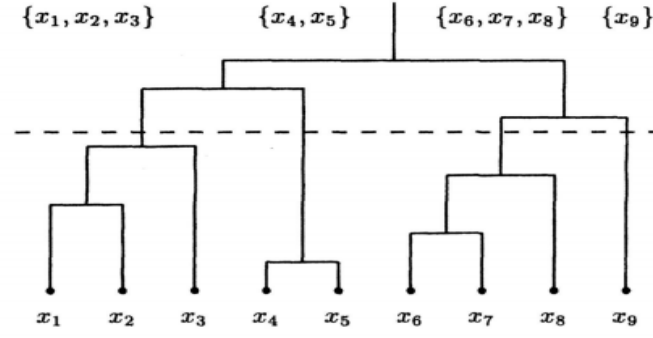
ve diğer kümeleme yöntemleri olarak adlandırılırlar. Bu yöntemler arasında aşamalı ve aşamalı olmayan kümeleme yöntemleri en sık kullanılan yöntemlerdir (Özdamar, 2004).

1.2.2.1. Aşamalı Kümeleme Yöntemleri

Değişken çiftlerin mesafesine veya benzerliğine göre, hiyerarşik kümeleme yöntemi, birim kümelemede n birim için $n(n-1) / 2$ sayı ve değişkenlerin p sayıda değişken için $p(p-1)/2$ miktarda çiftler arası uzaklık ve benzerliklerine göre aşama aşama birbirine bağlanacak şekilde tasarlanan bir yöntemdir (Murtagh, 1983).

Hiyerarşik gruplamayı tanımlarken hatırlanması gereken önemli kavram, iki birim bir kez birleştirildiğinde, kalıcı olarak birleştirilir ve daha sonraki birleşmeler için bir yapı taşı haline gelir. Bu, aşamalı yöntemler ile aşamalı olmayan yöntemlerle arasındaki temel farklardan biridir. İki yöntem arasındaki diğer bir fark, grup sayısına nasıl ulaşıldıklarıdır. Araştırmacılar hiyerarşik ağaç yapısının tamamıyla ilgilenmiyorlarsa, "en iyi" kümelenmeye hangi noktada ulaşıldığına karar vermeleri gerekir. Kullanıcının seçim yapmasına yardımcı olacak birçok farklı teknik vardır (King, 2015).

Bu teknikler, verileri birkaç adımda giderek daha küçük sınıflara böler veya küçük sınıfları adım adım daha büyük hale çevirir. Şekil 1.2 veri setinin aşamalı küme analizinin olası bir sonucunu göstermektedir. Alt seviyelerdeki küçük kümeler kademeli olarak daha yüksek seviyelerdeki büyük kümelerle birleştirilir. Kesikli çizgi, resimde verilen küme bölümü ile ilişkili Şekil 1.2' deki seviyeyi göstermektedir (Höppner vd., 1999).



Şekil 1.2: Aşamalı kümeleme yöntemi (Dendrogram grafiği)

Belirli bir hiyerarşik Kümeleme analizinde olası yakınlık ölçülerinden yalnızca birinin kullanılabileceğine dikkat etmek önemlidir. Aynı anda iki farklı değişken ölçek mevcutsa, her ikisi için de izin verilen bir yakınlık ölçüsü bulunmalıdır. İkili ve metrik değişkenlerimiz varsa, Öklid mesafesinin karesi kullanılmalıdır. Metrik ve metrik olmayan değişkenlerin oluşumuyla başa çıkmak için iki ek strateji önerilmektedir. İlk strateji, farklı ölçekler için yakınlık ölçülerinin ayrı ayrı hesaplanmasını ve ardından ağırlıklı veya ağırlıksız aritmetik ortalamanın belirlenmesini içerir. İkinci stratejide, metrik değişkenler daha düşük bir ölçekte dönüştürülür (Cleff, 2019).

Aşamalı kümeleme iki ana kategoriye ayrılabilir. Bunlar (Cleff, 2019):

-Birleştirici aşamalı kümeleme yöntemleri (Agglomerative hierarchical clustering procedures)

-Ayrıcı aşamalı kümeleme yöntemleri (Divisive hierarchical clustering procedures)

Birleştirici yöntemler, her gözlemi tek bir küme olarak ele alarak başlar. N gözlem için n tane küme vardır. Daha sonra, her bir küme arasındaki mesafe belirlenir ve birbirine en yakın olanlar yeni bir küme halinde toplanır. İlk iki küme, sonraki analitik adımlarda birbirlerinden asla ayrılmaz. Bu süreç kendini tekrar etmeye devam eder, böylece her adımda kalan kümelerin sayısı azalır ve bir küme

hiyerarşisi yavaş yavaş oluşur. Bununla birlikte, aynı zamanda, her yeni adımda, gözlemlerde olduğu gibi, bir küme içindeki nesneler arasındaki farkta bir artış görülür. Araştırmacılar, hangi noktada heterojenlik düzeyinin kümeleşmenin faydalarından daha ağır bastığına karar vermelidir (Cleff, 2019).

Birleştirici aşamalı kümeleme yöntemleri, tüm birimlerin başlangıçta ayrı kümeler oluşturduğunu varsayarak, n sayıdaki kümeyi aşamalı olarak n , $n-1$, $n-2$,, $n-r$,, 3, 2, 1 küme içerisinde toplamayı amaçlayan bir yöntemdir (Kayaalp vd., 2017).

Ayırıcı (divisive) aşamalı kümeleme yöntemleri, tüm birimlerin başlangıçta tek bir küme oluşturduğunu, ardından n birimin kademeli olarak 1, 2, 3,, $n-r$, $n-3$, $n-2$, $n-1$, n olduğunu varsayarak bir kümeye koyar. (Kayaalp vd., 2017).

Bölücü kümelemede, ilk başlangıç noktası bir gruptaki tüm birimlerdir. İlk adım, grubu iki alt gruba ayırmaktır. Sonraki adımlar, her bir birim ayrı bir grup olana kadar alt kümeleri alt gruplara ayırmayı içerir. Grupların nasıl bölüneceğine karar vermek için iki sınıf yöntem vardır. Homotetik yöntemlerle, veri noktaları ikili değişkenlere dayalıdır ve amaç, iki grup arasındaki bazı uygun benzerlik ölçütlerinin değerini en aza indirmek için veri setini bu değişkenlerden birine bölmektir. Diğer değişkenlere dayalı bölme işlemi bazı kriterlere ulaşıncaya kadar devam eder (King, 2015).

Aşamalı Kümeleme analizi, çok popüler bir kümeleme yöntemidir. Birkaç farklı yöntem içerir (King, 2015).

Bir veri kümesi verildiğinde hiyerarşi, aşağıdaki gibi bir veri alt kümeleri kümesidir (King, 2015):

1. Bir küme, tüm gözlem kümesini içerir.
2. Başka bir küme tüm tekil gözlemleri içerir.

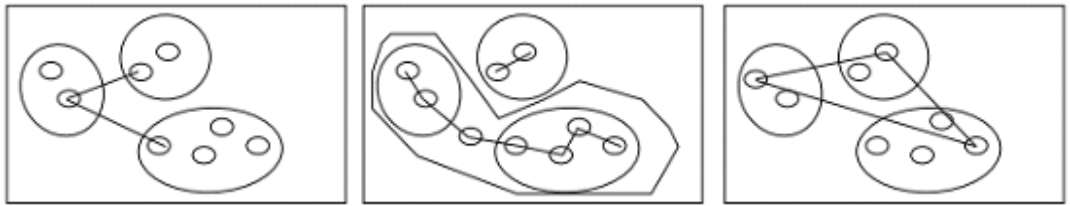
3. Hiyerarşideki her küme çifti için, küme çiftinin ya boş bir kesişimi vardır ya da diğer kümeye bir küme dahil edilmiştir (örtüşme yoktur).

4. Herhangi bir küme (tekil olanlar dışında) hiyerarşinin tam olarak iki kümesine bölünür.

■ Bir kümeleme çözümünün yapısal formu, grafik olarak bir Dendrogram (veya ağaç) ile temsil edilir.

■ Aglomeratif yaklaşımı kullanan birleştirici aşamalı kümeleme yöntemleri, belirli bir seviyede, numune yoğunluğunu kapsayan herhangi bir sayıda kompakt, küresel şekilli küme bulma avantajına sahip gibi görünmektedir. Bölücü aşamalı ve Birleştirici aşamalı kümeleme yöntemleri, "böl ve yönet" algoritmalarını kullanır (King, 2015).

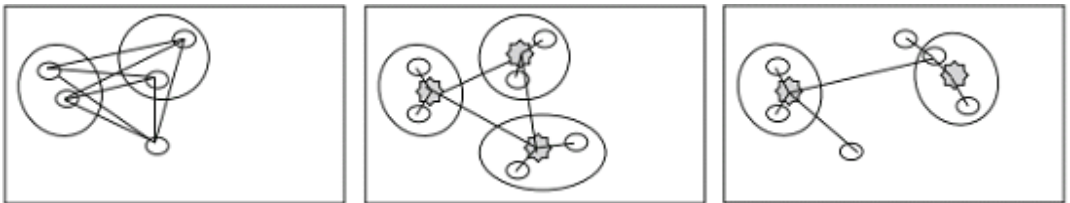
Daha yaygın aşamalı kümeleme tekniklerinden bazıları en yakın komşu (tek bağlantı) yöntemi, en uzak komşu (tam bağlantı) yöntemi, ağırlık merkezi yöntemi ve en küçük varyans (Ward) yöntemidir. Bu yöntemler için temel teknik benzerdir. Ancak yöntemleri birbirinden ayıran iki faktör vardır. İlk faktör, tekniğin benzerlik ölçüleri, mesafe ölçüleri veya her ikisiyle birlikte kullanılıp kullanılmayacağıdır. İkinci faktör, bu ölçülerin nasıl tanımlandığı veya Ward' in terminolojisine göre amaç işlevidir (King, 2015).



(1) Tek bağlantı

(2) Ortanca Bağlantı

(3) Tam Bağlantı



(4) Ortalama Bağlantı (5) Merkezi Ortalama Bağlantı (6) Ward

Şekil 1.3: Yaygın birleştirici aşamalı kümeleme yöntemleri (King, 2015)

Çizelge 1.3: Standart birleştirici aşamalı kümeleme yöntemleri ile ilgili uyarılar

Yöntem	Kümeler arasındaki mesafe şu şekilde tanımlanır:	Uyarılar
Tek bağlantı Sneath (1957)	Benzerlik veya mesafe	Özellikle büyük veri kümelerinde dengesiz ve dağınık kümeler ('zincirleme') üretme eğilimindedir. Küme yapısını hesaba katmaz.
Tam bağlantı Sorensen (1948)	Benzerlik veya mesafe	Eşit çaplara sahip kompakt kümeler bulma eğilimindedir (nesneler arasındaki maksimum mesafe). Küme yapısını hesaba katmaz.
Ortalama bağlantı Sokal ve Michener (1958)	Biri bir kümede, diğeri diğesinde olmak üzere iki nesne arasındaki ortalama mesafe	Küçük varyanslarla kümeleri birleştirme eğilimindedir. Tek ve Tam Bağlantı arasındadır. Küme yapısını hesaba katar.
Centroid bağlantısı Sokal and Michener (1958)	Ortalama vektörler (ağırlık merkezi) arasındaki kare Öklid mesafesi	Noktaların Öklid uzayında gösterilebileceğini varsayar (geometrik yorumlama için). Kümelenmiş iki gruptan daha fazla sayıda olanı, birleştirilmiş kümeye hakimdir. Değişiklik yapma hakkı saklıdır.
Medyan bağlantı Gower (1967)	Ağırlıklı ağırlık merkezler arasındaki kare Öklid mesafesi	Geometrik yorumlama için noktaların Öklid uzayında temsil edilebileceğini varsayar. Yeni grup, birleştirilmiş gruplar arasında orta konumdadır. Değişiklik yapma hakkı saklıdır.
Ward's yöntemi Ward (1963)	Kümelerdeki kareler toplamındaki artış, füzyondan sonra tüm değişkenlerin toplamı	Geometrik yorumlama için noktaların Öklid uzayında temsil edilebileceğini varsayar. Aynı boyutta, küresel kümeler bulma eğilimindedir. Aykırı değerlere karşı hassastır.

(Manly ve Alberto, 2016)

Bir küme analizi gerçekleştirirken, araştırmacı bu yöntemlerden birkaçını verilere uygulamalı ve seçilen nihai kümeleme olarak yöntemler arasında sonuçta ortaya çıkan çoğunluk kümelemeyi aramalıdır (King, 2015).

1.2.2.1.1. Tek Bağlantı Kümeleme Yöntemi (TEKBKY):

Tek bağlantı algoritması iki farklı küme arasındaki uzaklığın, her bir kümedeki iki eleman arasında bulunan en kısa mesafeyi kullanır (Gögebakan, 2017). Mesafe ölçümünün temeli olarak iki kümenin en yakın iki gözlemini kullanır. En yakın noktayı birleştirme stratejisi olarak bilinir. Bu teknik, uzun ve yılan benzeri küme zincirleri oluşturma eğilimindedir (Cleff, 2019).

Tek bağlantı kümeleme (Single Linkage Cluster) yöntemi, aşamalı kümeleme yöntemleri içinde en basit ve en çok kullanılan yöntemdir. Bu yöntem, minimum yöntem, bağlantı çözümlemesi, en yakın komşu yöntemi (Nearest Neighbor Cluster Analysis) gibi isimler de verilmektedir. Küme elemanları arasındaki en düşük uzaklık değeri temel alınarak kümelerin oluşturulması esasına dayanır (Koltan ve Patır, 2011).

1.2.2.1.2. Tam Bağlantı Kümeleme Yöntemi (TAMBKY):

Tam bağlantı yöntemi, mesafe ölçümünün temeli olarak iki kümenin en uzaktaki iki gözlemini kullanır. Bu yöntem, geniş ancak kompakt küme çözümleri üretir. Veri kümesinde uzatılmış küme çözümleri mevcut olduğunda bu teknik kullanılmayabilir (Cleff, 2019).

En uzak komşu yöntemi (Furthest Neighbor), maksimum komşuluk yöntemi, sıralama tip analizi gibi isimler de tam bağlantı yöntemine verilen diğer isimlerdir. İki setin üyeleri arasındaki en büyük mesafenin minimum değerine göre hareket eder. (Koltan ve Patır, 2011).

1.2.2.1.3. Ortalama Bağlantı Kümeleme Yöntemi (ORTBKY):

Ortalama grup bağlantı yöntemi olarak da bilinir. Tek bağlantı ve tam bağlantı tekniğine benzer olarak kümeler arası ortalama mesafenin en düşük değerine dayanmaktadır (Koltan ve Patır, 2011). Ortalama bağlantı yönteminde, iki küme arasındaki mesafe, ayrı gruplardaki gözlem çiftleri arasındaki ortalama mesafe olarak alınır. Bu yöntem ağırlıksız grup çiftleri yöntemi de denir (Gögebakan, 2017)

1.2.2.1.4. Ortanca Bağlantı Kümeleme Yöntemi:

Merkez bağlantı yönteminden farklı olarak medyan bağlantı yönteminde iki küme arasındaki mesafe eşit ağırlıktaki iki kümenin merkezleri arasındaki mesafe hesaplanarak elde edilir (Gögebakan, 2017).

1.2.2.1.5. Merkezi Ortalama Bağlantı Kümeleme Yöntemi:

İki kümenin gözlemleri arasındaki ortalama mesafeyi belirleyen ortalama bağlantı yöntemi ile karıştırılmamalıdır. Genel olarak, bu teknik ne zincirler ne de geniş küme çözümleri oluşturur (Cleff, 2019).

Merkezi ortalama bağlantı yöntemi iki küme arasında bulunan mesafenin kümelerin orta noktaları arasındaki mesafe olarak alınır. G_i ile ifade edilen i . kümenin merkezi ya da ortalaması,

$$m_i = \frac{1}{n_i} \sum_{x \in G_i} X \quad [1.20.]$$

şeklinde bulunur. Burda n_i , G_i kümesindeki gözlem miktarını belirtmektedir (Gögebakan, 2017).

1.2.2.1.6. En Küçük Varyans Kümeleme Yöntemi (Ward):

Bu yönteme aynı zamanda bir kümenin ortasındaki gözlemler ile aynı kümedeki gözlemler arasındaki ortalama mesafeyi kullanan ve sapmanın toplam karesini kullanır. Minimum varyans yöntemi de denir. Bu, yaygın olarak kullanılan bir aşamalı kümeleme yöntemidir. (Koltan ve Patır, 2011).

Ward'ın hiyerarşik kümeleme yönteminde (artımlı hata kareleri toplamı yöntemi olarak da bilinir) amaç, sınıf içindeki kare hatalarının artışı ve toplamını en aza indirmektir. Sınıf içi hata kareleri toplamı,

$$E = \sum_{k=1}^K \sum_{x_i \in G_i} ||x_i - m_k||^2 \quad [1.21.]$$

ile ifade edilir. Burada K, küme adedini ve $k = 1, \dots, K$ olmak üzere, yöntemde de gösterilen k. küme ortalamasını belirtir (Gögebakan, 2017).

Birbirlerini dışlayan alt kümelerden oluşan kümelenmiş hiyerarşik grupların oluşturulması için bir Ward prosedürü geliştirilmiştir. Gruplama tekniği, "amaç işlevi tarafından belirtildiği gibi, en büyük miktarda bilginin bir n üye grubu çözüldüğünde mevcut olduğu varsayımına dayanmaktadır. İlk adım, alt kümelerin sayısını n- 1'e düşürürken, amaç işlevinin optimum değerinde en az bozulmaya neden olacak n olası alt kümeden iki alt kümeyi seçmek ve birleştirmektir. Bu n-1 alt kümeler daha sonra n- 2 alt kümeler için amaç fonksiyonunun optimum değerini elde etmek için hangi iki alt kümenin birleştirilmesi gerektiğini belirlemek için incelenir. Bu prosedür, orijinal n üye tek bir kümede veya grupta olana kadar tekrarlanır. Her adımda (n- 1, ..., 1) alt kümelerin sayısı bir azaldığından, işlem hiyerarşik gruplama olarak adlandırılır. Her adımda meydana gelen gruplama genellikle ölçülebilir bir kayıpla sonuçlanır (King, 2019).

1.2.2.2. Aşamalı Olmayan Kümeleme Yöntemleri

Bu yöntem, n öğeden (gözlemler) oluşan bir veri setini k kümelerine bölmek için kullanılır, burada $k < n$ başlangıçta belirlenir. Aşamalı olmayan bir yöntemde oluşturulacak k kümeleri arasında her küme en az bir eleman içerir ve her eleman sadece bir gruptadır. Aşamalı olmayan yöntemde kullanılan işlemlerin sırasını şu şekilde sıralayabiliriz (Gögebakan, 2017):

1) Başlangıçta kümelerin merkezleri rastgele seçilir.

2) Yeni küme merkezini, eleman ile seçilen küme merkezi arasındaki mesafeye göre belirlenir.

3) Bu süreçler birbirinden farklı ve birbirine benzemeyen k küme oluşana kadar devam eder.

Aşamalı olmayan yöntem, veri setini önceden belirlenmiş kümelere böler. Aşamalı olmayan yöntemde, n birim rasgele olarak $k < n$ olmak üzere k kümelerine ayrıştırılabilir. Bu yöntemde birimin ayrılacağı küme sayısı belirlendikten sonra küme için belirlenen küme ayırma kriterlerine göre birimin hangi kümeye gireceği belirlenir ve tahsis işlemi gerçekleştirilir. Kümeler, tarafsız bölme ölçütü olarak tanımlanan bir ölçüte göre oluşturulduğundan, aynı kümedeki birimler birbirine benzemekle birlikte, farklı kümelerdeki birimlerden farklıdır (Koltan ve Patır, 2011).

Aşamalı yöntemin aksine, küme sayısı araştırmacı tarafından belirlenir. Bu nedenle, küme içindeki karelerin toplamını en aza indirmek için birey veya nesne k kümeye bölünür. Daha sonra her bir kümenin tipik gözlemleri seçilerek benzer gözlemler sırasıyla tipik gözlemler etrafında kümelenir (Koltan ve Patır, 2011).

Küme sayısı hakkında ön bilgi varsa veya araştırmacı anlamlı sayıda küme belirlediyse, aşamalı olmayan kümeleme yöntemleri kullanılabilir. Bu kümeleme yönteminde, birim, rastgele gerçekleştirilebilen birden çok kümeye bölünebilir. Birimlerin tahsis edilebileceği küme sayısını belirledikten sonra küme belirleme

kriterlerine göre birimin hangi kümeye dahil edileceğini belirleyip tahsis gerçekleştirilir (Yaz, 2014).

1.2.2.2.1. K-Ortalamlar Kümeleme Yöntemi

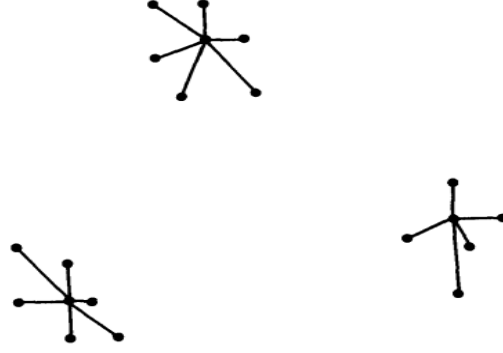
K-Ortalamlar yöntemi, her birimi veya değişkeni birbirine en yakın gruba atayan bölümsüz kümeleme yöntemlerinden biridir. Kümeler arası benzerliğin çok düşük olduğu ancak küme içi benzerliğin çok yüksek olduğu gözlemlenebilir. Bir küme içindeki benzerlik, kümedeki her bir birimin ortalama değeri (ağırlık merkezi) ile ölçülür. K-ortalama algoritmasının adımları aşağıdaki gibidir (Takma vd., 2016):

İlk önce küme sayısı belirlenir. Sonrasında, k grupları için rastgele bir başlangıç ağırlık merkezi seçilir. Her birim, ağırlık merkezine en yakın olan kümeye atanır. Her bir ağırlık merkezini, kendisine atanan birimlerin ortalaması olarak yeniden hesaplanır. Kümenin ortalama değerini hesaplayarak ve birim ile yeni küme merkezi arasındaki mesafeyi yeniden hesaplayarak, yeni bir küme merkezi elde edilebilir. Değişiklik kalmayana kadar ilk iki adım tekrarlanır. Bir kümeye bir birim atama olasılığı 0 veya 1'dir. Kümedeki kovaryans matrisi en küçük olduğunda, diğer bir deyişle birimden yeni merkeze olan uzaklık en küçük olduğunda, kümelemede başka bir değişiklik olmaz (Takma vd., 2016).

1.2.2.2.2. Medoid Kümeleme Yöntemi

Bu bölümlleme algoritmasının çalışma prensibi k kümelerini elde etmek için veri setinde (temsili nesneleri olarak adlandırılan) k nesneyi seçer. Karşılık gelen kümeler daha sonra kalan her nesneyi en yakın temsili nesneye atayarak bulunur. İki aralık ölçekli ölçümle (yani $p = 2$) karakterize edilen nesneler için böyle bir tahsis örneği Şekil 1.4 'de gösterilmektedir. K temsili nesnelerin her seçimi "iyi" bir kümelenmeye yol açmaz. Buradaki ipucu, temsili nesnelerin (belirli bir anlamda) tanımladıkları kümelerde merkezi olarak konumlandırılacak şekilde seçilmesi gerektiğidir. Tam olarak ifade etmek gerekirse, temsili nesnenin aynı kümedeki diğer

tüm nesnelere olan ortalama mesafesi (veya ortalama farklılığı) en aza indirilmektedir. Bu nedenle, böylesine optimal bir temsili nesneye, kümesinin medoidini ve medoidlerin etrafındaki bölümlenme yöntemini k-medoid tekniği olarak adlandırılır (Rousseeuw ve Kaufman, 1990).



Şekil 1.4: Medoidlerin etrafındaki bölümlenmenin gösterimi

Ortalama mesafeyi en aza indirmeye çalışan ve ağırlık merkezi denilen, k-ortalama algoritma ile bir benzerliği vardır. Aykırı değerlere göre daha sağlam olduğundan ve bu yöntem yalnızca aralıklı ölçümlerle değil, aynı zamanda genel benzeşmezlik katsayılarıyla da ilgilenir. Yapı olarak, k-medoid yöntemi "küresel" kümeleri, yani kabaca top şeklinde olan kümeleri bulur (Şekil 1.4 'deki gibi). Bu nedenle, uzatılmış kümeleri keşfetmekte uygun olmayabilir (Rousseeuw ve Kaufman, 1990).

1.2.2.2.3. Bulanık Kümeleme Yöntemi

Bulanık kümeleme yöntemi, kesin olmayan veya belirsiz verilerin modellenebileceği bir araç sağlar. Bulanık olmayan yöntemlerde, bir değer ya tam üyeliği vardır ya da hiç üyeliği yoktur, ancak bulanık mantıkta, bir birim farklı kümelerinde kısmi üyeliğine sahip olabilir (Rousseeuw ve Kaufman, 1990).

Bulanık kümeleme şu şekilde tanımlanmıştır: Bir veri evreninde bulanık bir küme, $[0,1]$ aralığında değerler alan bir üyelik fonksiyonu $\mu_A(x)$ ile karakterize edilir. Düşük, orta veya yüksek gibi bir özneliği tanımlamak için bulanık kümeleme kullanılabilir (Rousseeuw ve Kaufman, 1990).

Birkaç kümeye ait verileri aynı kapsamda uygun bir şekilde işlemek için, bulanık kümeleme algoritması, p boyutlu bir uzayda küresel nokta bulutlarını tanır. Kümelerin yaklaşık olarak aynı büyüklükte olduğu varsayılır. Her küme, merkezi ile temsil edilir. Bir kümenin bu temsili, genellikle kümeye atanan tüm verilerin bir temsilcisi olarak görüldüğü için bir prototip olarak da adlandırılır. Mesafe ölçüsü olarak, bir konum ile bir prototip arasındaki Öklid mesafesi kullanılır (Höppner vd., 1999).

1.2.3. Küme Sayısının Belirlenmesi

Kümeleme analizinde mantıklı ve anlamlı bir sonuca varabilmek amacıyla küme sayısının bilinmesi gerekir. Küme sayısına (k) ulaşmak için kullanılan en yaygın yöntem (Yaz, 2014):

$$K = (n/2)^{1/2} \quad [1.22.]$$

şeklinde. Ancak bu yöntem büyük numuneler için iyi sonuçlar veremez. En iyi yöntemlerden biri, araştırmacının deneyim ve bilgi düzeyinden yararlanmaktır (Yaz, 2014).

1.2.3.1. Küme Sayısının Belirlenmesinde Ayırma Analizinin Kullanılması

Birimlerin kümelenmesi nedeniyle, Ayırma analizi ve Kümeleme analizi benzerdir. Bu nedenle birbirleriyle karıştırılabilirler. Bununla birlikte, bu iki analiz yöntemi arasında önemli farklılıklar vardır. Ayırma analizinde küme sayısı

bilinmektedir ve analiz sırasında sayı değişmeyecektir. Analizin sonucu, herhangi bir kümeye ait olmayan birimlerin kümeye yerleştirilmesidir. Kümeleme analizinde amaç küme sayısını belirlemektir. Ayrıca Ayırma analizi ile elde edilen işlevler ileride kullanılabilir ancak Kümeleme analizi sadece mevcut durumun sonuçlarını elde edebileceği için gelecekte kullanılamaz (Bökeroğlu., 2010)

Ayırma analizi, herhangi bir veri setindeki değişkenlerin iki veya daha fazla gerçek gruba bölünmesine izin veren ve p özniteliklerini kullanarak bireyleri gerçek gruplarına atayan fonksiyon üreten bir yöntemdir. Ayırma analizinin iki ana görevi vardır (Coşkun, 2008):

- 1- Grupları birbirinden ayırmak için fonksiyon oluşturmak.
- 2- Yeni gözlemlenen bireyleri hesaplama işlevi ile ilgili gruplara atamak.

Ayırma analizi ile üretilen diskriminant fonksiyonu, bağımsız değişkenlerin doğrusal bileşenlerinden oluşur. Diskriminant fonksiyonu, sınıflar arasındaki farkı etkileyen bağımsız değişkenleri belirler. Sınıflar arasında farklılıklara neden olan değişkenlere ayırt edici değişkenler denir. Ayırma analizini bir veri seti üzerinde uygulamak için aşağıdaki varsayımları karşılaması gerekir (Oğuzlar, 2006).

- Veri kümesindeki birimler çok değişkenli normal dağılım göstermelidir.
- Ünitelerin varyans ve kovaryansları benzeşik olmalıdır. Başka bir deyişle, X matrisindeki birimler, ortak bir kovaryans matrisine sahip çok değişkenli bir kümeden elde edilen örnekler olmalıdır.
- Birimin ortalama değeri ile varyans değeri arasında herhangi bir korelasyon olmamalıdır.
- Üniteler arasında çoklu bağımlılık bulunmaması gerekir.

Gruptaki kovaryans matrislerinin vurgulanan değişkenler açısından eşit olup olmadığına bağlı olarak, Ayırma analizi farklı şekillerde uygulanır. Ayırma

analizinin temel varsayımlarından biri, her grubun kovaryans matrislerinin birbirine eşit olmasına rağmen, bu varsayım geçersiz olduğunda Ayırma analizi yapılabilir. Ayırma analizi iki kategoriye ayrılır: doğrusal (linear) ve karesel (quadratic) ayırma analizidir (Coşkun, 2008).

Doğrusal ve karesel ayırma analizinin temel amacı, gözlemleri bağımsız değişkenler tarafından belirlenen diskriminant fonksiyonuna göre iki veya daha fazla gruba ayırmak ve bunları yeni gözlemler olarak bu gruplara atamaktır. Doğrusal Ayırma analizi, tüm gruplardaki kovaryans matrislerinin eşit olduğunu varsayar. Karesel Ayırma analizinde tüm grupların kovaryans matrislerinin eşit olduğu varsayımı kullanılmaz (Coşkun, 2008).

1.2.4. Hayvancılık Alanında Kümeleme Analizi ile İlgili Yapılan Araştırmalar

Yukarıda verilen bilgiler çerçevesinde, istatistik biliminin önemli bir konusunu oluşturan çok değişkenli istatistiksel yöntemler içerisinde son yıllarda en sık başvurulmuş bir teknik olan Kümeleme analizi, farklı disiplinlerde olduğu gibi sağlık bilimleri alanında da kullanılmaktadır. Hayvancılık alanında, özellikle genetik konusunda Kümeleme analizinin uygulandığı araştırma sayısı oldukça fazladır.

Kastelic vd. (2005) yaptıkları çalışmada nesli tükenmekte olan Slovenya otokton Cika sığırlarında vücut ölçüleri ve vücut oranlarındaki değişiklikler incelenmiştir. Pinzgauer tipi hayvanları objektif bir yöntemle bulmak için Kümeleme analizi yapılmıştır. En büyük hayvanların bulunduğu grupta, Pinzgauer tipi vücut oranlarına yönelik bazı eğilimler bulundu, ancak vücut oranları, sırasıyla bugün ve kırk altı yıl önceki Pinzgauer sığırlarının oranlarından ziyade Cika sığırlarının oranlarına daha çok benziyordu.

Windusari vd. (2019) yaptıkları çalışmada, çiftliklerde bir anket yöntemi kullanılarak bataklık mandaların morfolojik verilerini elde edilmişlerdir. Her bir mandanın morfolojik karakterlerinden elde edilen veriler, genetik mesafeyi bilmek

ve dendrogramları görebilmek için Kümeleme analizi uygulandı. Bu sonuçlar Güney Sumatera bölgesinde bataklık mandasının altı varyantı olduğunu gösterdi. Bu varyantlar; black manda, Lampung manda, Red manda, Dungkul manda, Straight manda ve Tunjang Langit manda olarak bulunmuştur.

Berthouly vd. (2010) yaptıkları çalışmada, bataklık manda ırkının iyileştirilmesi, tarım sistemlerinin sürdürülebilirliğini arttırmanın en iyi yollarından biri olabilir. Bu nedenle, il manda nüfusunun genetik yapısının analizi, herhangi bir koruma veya iyileştirme projesi için bir ön koşuldur. Morfometrik karakterizasyon için 11 vücut ve boynuz ölçümü için toplam 1122 hayvan tanımlanmıştır. Sonuçlar, Ha Giang'daki genetik çeşitliliğin ve akrabalı yetiştirme değerinin yüksek olduğunu gösterdi. Bayesci kümelenme analizi, alt bölümlere ayrılmış popülasyonların varlığını vurgulamamıştır. Bu sonuçlar, hane halkının Ha Giang eyaletindeki tarım sisteminin sürdürülebilirliği ihtiyacını garanti etmek için bataklık mandasının bir koruma ve iyileştirme stratejisinin uygulanması için yararlıdır.

Windusari vd. (2016) önceki çalışmalar, Pampangan bölgesinde habitatların ve morfolojinin özelliklerine göre dört çeşit bataklık manda bulmuştur. Böylece morfolojik özelliklere dayalı olarak çeşitlilik ve akrabalık ilişkisini bilmek için gözlem yapılmıştır. Sonuç, manda varyantları arasındaki morfolojinin, göz renginde, vücut renginde, vücut boyutunda veya boynuzların şekil ve boyutlarında olduğunu göstermektedir. Bu sonuçlara dayanarak, düşük eğilimli bölgesel Pampangan'ın bataklık manda varyantı ve etkilenen akraba çiftleşme ve çevreye adaptasyon fenotipindeki fark ifade edilebilir.

Sajid vd. (2007) yaptıkları çalışmada kullanılan ırklar arasındaki genetik çeşitliliği belirlemek için 25 rastgele 10 mer primeri kullanılarak RAPD analizleri ile üç manda ırkı (Nili, Ravi ve Nili-Ravi) üzerinde genomik bir çalışma yürütülmüştür. DNA varyasyonunun seviyesi düşük gözlenmiştir. Maksimum genetik mesafe Nili ve Nili-Ravi (0,312) arasında bulunurken, minimum genetik mesafe Ravi ile Nili-Ravi (0,0748) arasında bulundu. Nili ve Ravi arasındaki genetik mesafe 0,1298 idi. Kan örnekleme sırasındaki anket, Nili ve Ravi' nin kendi bölgelerinde hala çok sayıda

bulunan iki ayrı cins olduğunu, Kesişen bölgelerin Nili-Ravi adlı yeni türe sahip olduğunu göstermiştir. Sonuçlar, bu üç ırkın kendi bölgelerinde kendi kimlikleriyle sürdürülmesi ve geliştirilmesi gerektiğini göstermektedir.

Takma vd. (2016) yaptıkları çalışmada, Kümeleme analizi ile birimler veya değişkenler, özelliklerine göre benzerlik veya farklılıklara göre gruplandırılabilir. Bu çalışmada toplam 4496 Siyah Alaca inek sürü, ilk buzağılama yaşı, laktasyon süresi ve 305 günlük süt verimine göre iki, üç ve dört salkım halinde gruplandırılmıştır. Hiyerarşik olmayan k-ortalımalı kümeleme tekniği bu amaçla kullanılmaktadır. İlgili özellikler, Holsteinların kümelenmesi için statik olarak önemli bulundu ($P < 0,01$). Holsteinlar üç kümeye ayrıldı ve bu kümeler istatistiksel olarak farklı bulundu ($P < 0,01$). İneklerin doğru sınıflandırma yüzdesi %98 idi. En yüksek süt verimine sahip üçüncü kümede Holsteinlar, ıslah programları için en düşük ilk buzağılama yaşı ve 305 günlük laktasyon dönemi önerilmiştir.

Windusari vd. (2016) yaptıkları çalışmada Pampangan, Banyuasin, Güney Sumatera bölgesinde bulunan bataklık mandalarının varyantları arasındaki fenotipik çeşitliliği incelemek ve analiz etmekte. Bulunan bataklık manda varyantları arasındaki genetik ilişkiyi gösteren özellikleri dendrogram şeklinde sunulmuştur. Sonuçlar, Pampangan bölgesinde kırmızı manda, siyah manda, çizgili manda ve Lampung manda olmak üzere dört çeşit manda olduğunu gösterdi. Dört manda morfolojisi, vücut büyüklüğü, kıl rengi, boynuzların şekli ve büyüme yönü farklıdır. Varyans arasındaki 0.57'den fazla akrabalık korelasyon değeri, Pampangan'a nispeten yakın bölgelerdeki bataklık mandalarının ve varyantlar arasında şüpheli arabalılık seviyesinin yüksek olma eğiliminde olduğunu açıkladı. Analiz ayrıca OTU-2 (siyah manda) ve OTU-4'te (manda Lampung) bulunan en yakın genetik ilişkilerin 0.85'lik bir korelasyon katsayısı ile olduğunu gösterdi. Bu durumun OTU-2 ve OTU-4'ün aynı soydan geldiğine inanılmaktadır.

Sukri vd. (2019) bu çalışma, merkezi Lombok ve North Lombok' da ki yerel mandaların morfolojik karakterlere göre gruplandırılmasını incelemektedir. PCA analizi sonuçları iki gruba ayrılan bir manda morfolojisi dağılım haritasını ortaya

koydu, yani grup 1, kadran III' te bulunan North Lombok mandasını temsil ederken grup 1, grup 2 ise Kuzey Lombok ve kadran I, II' de bulunan Merkez Lombok mandasının morfolojik karışımlarını temsil etti. IV. Küme analizinin sonuçları, North Lombok' tan bazı mandaların sekiz morfolojik karaktere dayanarak Central Lombok mandası ile benzerliklere sahip olduğunu göstermektedir.

1.3. Vücut Ölçüleri ve Canlı Ağırlık Tahmini

Hayvan yetiştiriciliğinin başarısı; yetiştirilecek türlerin kesin olarak belirlenmesine ve damızlık hayvanların seçimine bağlıdır. Bu nedenle damızlık hayvan seçiminde vücut yapısının dikkate alınması çok önemlidir. Canlı ağırlık, ırk, cinsiyet, üretim yönü ve yaş gibi faktörler dikkate alınmalıdır. Bu özellikler hayvan morfolojisi ve gelişim yetenekleri hakkında önemli bilgiler sağlarlar (Akçapınar ve Özbeyaz, 1999).

Bir hayvanın vücut ağırlığının belirlenmesi, yem ihtiyacını hesaplamak, büyümeyi izlemek, üreme yaşını belirlemek, pazarlama ağırlığını belirlemek ve nakit değerini tahmin etmek için gereklidir. Ancak küçük ve orta ölçekli manda sahipleri, vücut ağırlığını değerlendirirken göz yargısına güvenirler. Bu nedenle çoğunlukla kaba ve yanlış ağırlık tahminlerine dayanır. Hayvan tartı aletlerinin elde edilmesi maliyetlidir, taşınması ağırdır ve genellikle küçük çiftlik sahiplerinin ulaşamayacağı teknik bakıma ihtiyaç duyar. Vücut ağırlığı çeşitli genetik ve çevresel faktörlere bağlıdır. Bunlardan ilki, vücut büyüklüğü ve üretkenlikle de ilişkili olan diğer morfometrik özelliklerdir. Morfometrik ölçümler basit ve yürütülmesi kolaydır. Ayrıca hayvanın vücut ağırlığının makul bir doğrulukla tahmin edilmesine olanak tanır (Tariq vd., 2013).

Hayvanların vücut ağırlığı, büyüme modeli ve günlük yönetim çalışması için en önemli özelliklerden biridir. Organize bir çiftlikte, tartı rutin olarak canlı ağırlığı almak için kullanılır. Ancak, canlı ağırlık tartı eksikliği nedeniyle kırsal alanda veya uzak bölgelerde nadiren ölçülebilir. Bu nedenle, kolayca elde edilebilen ve ucuza

temin edilebilen metrik şerit kuralı kullanılarak doğrusal ölçümler gibi basit özelliklerden canlı ağırlığın tahmin edilmesi arzu edilir. Daha önceki araştırmacılar, bazı doğrusal vücut ölçümlerinden vücut ağırlığını tahmin etmek için kullanılabilecek regresyon denklemleri geliştirmişlerdir. Sığırdan, Bhakat vd. (2008), Bozkurt (2006), Das vd. (2002), keçide, Das vd. (1990), koyunda Kılıç (2008) ve domuzda Brannaman vd. (1984) birçok rapor mevcuttur. Bununla birlikte, mandalarda vücut ağırlığı ve doğrusal ölçümler arasındaki ilişki ile ilgili literatürdeki raporlar sınırlıdır. Bu nedenle, vücut ağırlığının vücut ölçümleriyle korelasyonu ve mandalarda vücut ölçümlerinden vücut ağırlığını tahmin etmek için regresyon denklemlerinin doğruluğunun ve kesinliğinin test edilmesi gerekir (Paul ve Das, 2012).

Canlı ağırlık tayini, seçme, yetiştirme, besleme ve sağlık bakımı gibi çeşitli hayvancılık işlemlerinde önemli bir rol oynar. Hayvanların verimli üreme ve süt üretimi için doğru vücut büyüklüğüne ve ağırlığına sahip olması gerekir. Hayvanların canlı ağırlığındaki azalma, sağlık sorunları, uygun olmayan çevre koşulları veya beslenme kusurlarını da gösterebilir. Hayvanların canlı ağırlıkları, hayvan barınakları için çevresel kontrol ve hayvancılık çiftlikleri için atık yönetim sistemi tasarımında çok önemlidir. Hayvanların canlı ağırlıklarını ölçmenin geleneksel çiftlikteki yöntemi, hayvanları tartı terazisinin üzerinde durmaya zorlar (Nicolas vd., 2018).

Canlı ağırlığın ölçülmesine ek olarak, vücut ölçümleri bir kişiyi veya bir grubu geleneksel tartma ve derecelendirme yöntemlerinden daha eksiksiz olarak tanımlayabilir. Sığır vücut ölçümleri, karkas verimi, büyüme hızı, vücut konformasyonu ve durumu gibi belirli hedefler için çok faydalıdır (Siddiqui vd., 2015).

Birden fazla özelliğe sahip istatistiksel analiz, yetiştirme stratejileriyle ilgili farklı amaçlar için kullanılabilir. Araştırmacılar genellikle antropometrik değerler arasındaki ilişkinin derecesini ve yönünü belirlemek için basit korelasyon analizini tercih ederler. Bu değişkenler birbirleriyle ilişkili olabileceğinden, araştırmacıları zorlayan soruların çoğu, iki veya daha fazla değişken arasında herhangi bir ilişki olup

olmadığı ile ilgilidir. Çok değişkenli analiz, dolaylı seçime dayalı bilgiler sağlayarak hayvancılığı teşvik eder. Birden fazla karakter arasındaki genetik korelasyonun güvenilir ve yeterince yüksek olduğu tahmin edilirse, geliştirilen karakterler ile diğer karakterler arasında daha yüksek genetik korelasyona sahip karakterler daha kolay kullanılabilir ve seçimden yararlanmak için erken kullanılabilir. Bu nedenle üretim aralığı azaltılarak seçim verimliliği artırılabilir (Çankaya vd., 2007).

Çiftlik hayvanlarının vücut ağırlığını ölçmek veya tahmin etmek için çeşitli teknikler mevcuttur. Tartım ölçeği doğru olmasına rağmen, süt ürünleri üreticileri tarafından daha az tercih edilmektedir, çünkü külfetli, zaman alıcı, uygulaması maliyetli ve sürü için streslidir. Buna karşın doğrusal vücut ölçüleri kullanan hızlı yöntemler yaygın olarak uygulanmaktadır (Wangchuk vd., 2018).

Vücut ağırlığı ile çeşitli vücut ölçümleri arasındaki ilişki hakkında bilgi almak için hem hayvan yetiştiriciliği hem de insan beslenmesinde büyük önem taşıyan vücut ağırlığındaki değişkenliği açıklama girişiminde sıklıkla çoklu doğrusal regresyon tercih edilir (Eyduvan vd., 2013). Vücut ağırlığının tahmini, vücut ağırlığı ile en yüksek ilişkiye sahip olan vücut büyüklüğü ile yapılır. Doğrusal ve çoklu regresyonun çiftlik hayvanlarının vücut ağırlığını tahmin etmede vücut büyüklüğü üzerinde güçlü bir etki gösterebileceğini belirtmektedir (Galib vd., 2017).

Büyüme ve gelişme ekonomi için önemli özelliklerdir. Büyüme, ölçülerek ve tartılarak belirlenir ve vücut ağırlığına göre hesaplanır. Ek olarak, kilo ve vücut ölçüleri arasında örneğin boy, vücut uzunluğu gibi çeşitli korelasyonlar kullanılarak büyüme ve gelişme izlenebilir. Vücut ağırlığı ile vücut ölçüleri arasındaki ilişki, hayvanın yaşı, cinsi ve beslenme düzeyi gibi birçok faktöre bağlı olabilir. Bu nedenle farklı ülke ve bölgelerde yetiştirilen hayvan ırklarının regresyon denklemleri ayrı ayrı belirlenip hazırlanmalıdır (Sakar vd., 2020).

Dünyanın farklı yerlerinde bulunan sığır ırklarının çoğunun fiziksel görünümü kapsamlı bir şekilde incelenmiştir, ancak mandalarda bu tür bilgiler çok nadirdir, özellikle mandalarda doğrusal tip puanlama kavramı yenidir (Javed vd., 2013).

Tariq vd. (2013) yaptıkları çalışmada, Pakistan'daki Nili-Ravi mandalarının vücut ölçüleri ve vücut kondisyon skorlaması (BCS) kullanılarak bu ırkın vücut ağırlığını tahmin etmenin uygulanabilir ve güvenilir bir yöntemi araştırılmıştır. Hayvanlar mekanik ölçekte tartıldı ve kalp çevresi (HG), vücut uzunluğu (BL) ve omuz yüksekliği (SH) ölçüldü. Ek olarak, BCS 5 puanlık bir ölçek kullanılarak gerçekleştirilmiştir. BW, HG, BL, SH ve BCS'nin toplam ortalama değerleri $359 \pm 160,90$ kg, $170,00 \pm 30,10$ cm, $130,10 \pm 19,20$ cm, $125,00 \pm 14,50$ cm ve $3,80 \pm 0,77$ idi. 0,97 (HG), 0,94 (BL), 0,93 (SH) ve 0,43 (BCS) korelasyon katsayıları (r) ile, bireysel bağımsız değişken ile BW arasındaki ilişki tüm olgularda anlamlıydı ($P < 0,01$). BW ve HG, BL ve BCS arasındaki çoklu doğrusal regresyon, üç grubun her biri için oldukça bulunmuştur ($P < 0,001$) ($G1: R^2 = 0,95$, $G2: R^2 = 0,86$, $G3: R^2 = 0,83$).

Kalita vd. (2010) yaptıkları çalışmada, Assam bölgesindeki 302 Bataklık mandalarının vücut, boynuz, bacak, baş ve kuyruk ölçümleri gibi vücut konformasyon özellikleri hakkındaki veriler, Assam'ın Kamrup ve Nagaon ilçelerinden köylerden rastgele toplanmış ve yaşa göre sınıflandırılmıştır. Çeşitli vücut ölçüm özellikleri için regresyon katsayısı oldukça anlamlı ($P < 0,05$) ve pozitif bulunmuştur.

Paul ve Das (2012) yaptıkları çalışmada, Nili-Ravi erkek manda buzağısı kullanılarak, vücut ağırlığının doğrusal vücut ölçümleri ile korelasyonunu bulmak ve doğrusal vücut ölçümlerinden vücut ağırlığını tahmin etmek için regresyon denklemlerinin kullanılabilirliği test edilmiştir. 6-24 aylık tüm doğrusal vücut ölçümleri vücut ağırlığı ile pozitif ve anlamlı bulundu ($P < 0,01$). Buzağı yaşı arttıkça katsayı değerleri kademeli olarak azaldı. 6-12, 12-18 ve 18-24 aylık buzağının vücut ağırlığı, çok düşük standart tahmin hatası ile doğrusal vücut ölçümleri temelinde tahmin edilebilir ve geliştirilen modeller, vücut ağırlığındaki varyasyonu %83,21, 82,23 ve 66,66 açıkladı.

Negretti vd. (2008) yaptıkları çalışmada, Akdeniz mandasının türlerinin canlı ağırlık ve besi derecesinin belirlenmesi amacı ile aşağıdaki lineer değişkenler için

Akdeniz emziren mandaları hem elle hem de VIA ile seçildi ve ölçüldü, basit regresyon denklemleri $P < 0,001$ 'de anlamlı bulundu ve sırasıyla 0,94 ve 0,92' ye eşit yüksek belirleme katsayılarına sahipti. Çoklu denklemin (canlı ağırlık = $27427,74 + 0,0431 \text{ SLP} + 0,1263 \text{ SHP}$) $R^2 = 0.96$ ve önemi $P < 0,001$ 'dir. Besi derecesinin objektif olarak belirlenmesi için basit regresyon denklemlerinden tatmin edici sonuçlar ($R^2 = 0,77$ ve $0,81$, $P < 0,001$) elde edilmiştir; çoklu denklem (besi derecesinin belirlenmesi = $-7,4026 + 0,0537 \text{ AIT} + 0,0180 \text{ SIT}$) $P < 0,001$ 'de $R^2 = 0,85$ ile anlamlıdır.

Vohra vd. (2015) yaptıkları çalışmada, 13 özellikte fenotipik karakterizasyon ve vücut biyometrik özelliği 233 yetişkin Gojri mandasından elde edilmiştir. Özellikler, vücut uyumunu açıklamak için PCA toplam varyasyonun yaklaşık %70,9' unu açıklayan dört bileşen ortaya çıkarmıştır. Birinci bileşen genel vücut uyumunu tarif etmiş ve toplam varyasyonun %31,5'ini açıklamıştır. Vücut uzunluğuna, kalp çevresine, yüz uzunluğuna ve yüz genişliğine yüksek pozitif ile temsil edilmiştir. 13 farklı biyometrik özellik için 0,83 (kalça kemiği mesafesi) ile 0,45 (boynuz uzunluğu) arasında ve benzersiz faktörler 0,16 ila 0,55 arasında değişmektedir. Bu çalışma, ilk temel bileşenin mandalardaki vücut konformasyonunun değerlendirilmesinde ve karşılaştırılmasında kullanılabileceğini ve böylece yetişkin mandalardaki vücut konformasyonunu açıklamak için küçük bir biyometrik özellik grubuna dayanarak yetişkinlere erken ve geç olgunlaşmayı ayırt etme fırsatı sağladığını göstermektedir.

Johari vd. (2009) yaptıkları çalışmada, Orta Java'daki üç popülasyonda vücut ölçümü ile vücut ağırlığı ve bataklık mandaları arasındaki yakınlık arasındaki ilişkiyi araştırmaktı. Ölçülen 110 bataklık mandasının ölçülen niceliksel özellikler analiz edildi. Sonuçlar, erkek manda için canlı ağırlığı tahmin etmek için en iyi denklemin $Y = -601,8 + 2,3 \text{ BL} + 3,4 \text{ CD} + 2,4 \text{ CC}$ olduğunu gösterdi. Dişiler için $Y = -644,5 + 2,8 \text{ BL} + 1,6 \text{ CD} + 2,9 \text{ CC}$ idi. Semarang-Pati'deki bataklık mandası, Pati-Kudus Bölgeleri ve Kudus Bölgesi-Semarang Şehrine kıyasla daha yakın ilişkiler gösterdi.

Önal (2011) bu çalışmada, görüntü işleme yöntemi kullanılarak, Boz sığır ve Anadolu mandasının vücut ölçülerini belirlemek için çalışılmıştır. Bu amaçla Marmara Hayvancılık Araştırma Enstitüsü yerli genetik kaynakların korunması kapsamında farklı yaş gruplarından 82 Boz boğa ve 98 Anadolu mandası belirleme yöntemleri karşılaştırılmıştır. Bu çalışmada, her tür ve yaş grubunun görüntülerinden elde edilen VA ve VÇ, bir regresyon denklemi oluşturmak için kullanılmış ve vücut ağırlığı (CA) tahmini için kullanılmıştır. VA kullanılarak çalışmalarda gri sığır ve Anadolu manda vücut büyüklüğünü belirlemek için görüntü işleme yönteminin kullanılabileceği tespit edilmiştir.

Dhillod vd. (2017) yaptıkları çalışmada, Murrah mandalarının vücut ölçülerinden elde edilen veriler Pearson korelasyon yöntemi ile toplanmış ve statik olarak analiz edilmiştir. Çalışmanın sonucunda Murrah mandalarının günlük süt verimi için ortalama $2604,80 \pm 39,50$ kg, vücut ağırlığı için $556,10 \pm 4,90$ kg ve namlu genişliği için $152,20 \pm 0,80$ cm olduğunu göstermiştir. Bu çalışma, mandaların süt verimi ve canlı ağırlık (0,26) arasında pozitif anlamlı ($p < 0,05$) korelasyona sahip olduğunu göstermiştir. Farklı vücut parçası ölçümleri birbirleriyle anlamlı korelasyon gösterdi. Bu çalışma Murrah manda ırkının standartlarını belirleyerek üretim potansiyelini geliştirmek ve değerlendirmek için bir seçim aracı olarak yardımcı olabilir. Canlı ağırlık, karın büyümesi, namlu kalınlığı ve deri kalınlığı süt Murrah mandası seçerken anahtar faktörler olarak bulundu.

Nicolas vd. (2018) yaptıkları çalışmada, dijital görüntü analizi kullanılarak mandaların canlı ağırlığını tahmin etmek için iki regresyon modeli geliştirildi. İlk model canlı ağırlık ile vücut uzunluğu (BL), omuz yüksekliği (WH), ön çevresi derinliği (FD), kalça yüksekliği (HH), arka derinlik (RD) ve diyagonal uzunluk (DL) ölçümleri ile ilişkilendirir. İkinci model, canlı ağırlığı, hayvanın segmentlere ayrılmış bir dijital görüntüsünde bulunan piksel sayısı ile ilişkilendirir. Hayvanın dijital görüntüleri ImageJ kullanılarak vücut ölçümleri ve piksel sayımı yapıldı. Kademeli regresyon analizi, BL, WH ve FD' nin, $p < 0,05$ 'te mandalarının canlı ağırlığındaki değişiklikleri önemli ölçüde etkilediğini ortaya koydu. Daha ileri analizler, boyut tabanlı regresyon modelinin ($R^2 = 0,94$ ve $RMSE = 22,12$), manda canlı ağırlığını

tahmin etmede piksel tabanlı modelden ($R^2 = 0,87$ ve $RMSE = 23,22$) daha iyi performans gösterdiğini göstermiştir.

1.4. Anadolu ve İtalyan Mandaları

Manda, çeşitli çevresel koşullara uyum sağlama yeteneği yüksek, hastalıklara dirençli ve insanların yüzlerce yıldır et, süt, deri gibi çeşitli ürünlerinden faydalandıkları bir hayvandır. Organik ürünlere ve organik hayvancılığa olan talebin arttığı günümüzde manda, kaba yemde düşük kaliteli ve yüksek selüloz içerikli ucuz yem tüketmekte ve hayvansal ürünlere dönüştürmektedir. Bataklık ve sazlıklarda ve ucuz kaba yem olan bölgelerde manda yetiştiriciliği oldukça ekonomiktir (Şahin vd., 2013).

Mandalar bilim tarafından büyük ölçüde ihmal edilmiştir, ancak son birkaç on yılda, seçici yetiştirme ve iyileştirilmiş hayvancılık yoluyla ulusal stokların iyileştirilmesine olan ilgi artmaktadır (Cockrill, 1981).

Mandalar iki grupta sınıflandırılır: ağırlıklı olarak çalışan hayvanlar olarak kullanılan Güneydoğu Asya ülkelerinde yoğunlaşan bataklık mandası ve esas olarak süt üretimi için kullanıldığı Hindistan, Pakistan, Sri Lanka ve Nepal'de yetiştirilen Nehir mandasıdır. Nehir tipinin bir cinsi, başlıca amaçlarının süt üretmek olduğu Mısır, Orta Doğu, Güney Amerika ve bazı Avrupa ülkeleri ile sınırlı olan Akdeniz mandasıdır (Bartocci vd., 2002).

Akdeniz ırkları dışında tüm nehir ırkları hint alt kıtasına aittir. Boynuz konfirmasyonuna göre iki alt gruba ayrılabilirler: Boynuzların kıvrıldığı ve başa yakın yerleştiği veya aşağı doğru süpürüldüğü türlerdir. Bu grup, mandaların sağmal ırklarından olan tanınmış Hindistan Murrah mandası ve Pakistan'ın Nili-Ravi manda ırklarını içerir. Diğer cinsler ise Jafarabadi, Kundi, Mehsana ve Sambalpur' dır. Boynuzların orak şeklinde ve yukarı kıvrılmış olduğu ırklar Bhadawari, Mısır, Jerangi, Kalahandi, Kanara, Akdeniz, Nagpuri, Pandharpuri, Surti, Tarai ve Toda

mandalarıdır. Tayland ve Vietnam'ın 1000 kg'dan fazla ağırlığa sahip büyük hayvanlarından Güney Çin'in 250 kg' dan daha ağır olmayan küçük yerel türlere kadar değişen büyüklükte birçok yerel çeşidi bulunan bataklık mandaları vardır (Cockrill, 1981).

Avrupa'da ve Yakın Doğu ülkelerinde mandaların tamamı nehir tipindedir, benzer fenotipe sahiptir ancak değişken büyüklükte olup, Mısır'da yetişkin bir manda için minimum 280 ile 300 kg canlı ağırlık arasında maksimum 900 kg canlı ağırlıktadırlar. Irak'ta 1000 kg, en sık boyut 600 ve 800 kg dır. Ülkeler arasında çok az damızlık manda değişimi olmuştur, bu nedenle her popülasyonun kendi fenotipik özellikleri ve performansları vardır. Avrupa mandalarının hepsi Akdeniz olarak adlandırılan aynı cinsten kabul edilir: İtalya'da Akdeniz tipi özellikle seçilmiştir ve Akdeniz İtalyan ırkı olarak adlandırılır; Türkiye'de Anadolu mandası, Mısır'da Mısır mandası, Irak'ta Khuzestani mandası, Azerbaycan'da Azeri veya Kafkas mandası, İran'da Azeri ve Khuzestani ırkları bulunmaktadır (Borghese, 2010).

2017 yılı itibariyle dünyada 200.967.747 manda bulunmaktadır. Dünya mandalarının %96,4'ü Asya kıtasında bulunur ve genellikle geleneksel bir üreme yapısı sunarlar. Hindistan (%55), Pakistan (%17) ve Çin (%13) dünyadaki manda varlıklarının %85'ine sahiptir. İtalya, Avrupa kıtasında manda yetiştiriciliği için modern teknolojiyi benimseyen model ülkelerden biridir ve organik manda yetiştiriciliğinde önemli bir eğilim öngörmüştür (Yılmaz ve Kara, 2019).

Türkiye'deki manda sayısının azalmasının nedenleri şu şekilde sıralanabilir (Şekerden, 2016):

1) Türkiye sığır popülasyonlarının ithalat kompozisyonuna göre genetik değişiklikler yapılmış ve sığır yetiştiriciliği gerçekleşmiştir. Diğer tarım sektörlerinde de yoğun operasyonlar ortaya çıkmıştır. Besin üretiminin yoğunlaşması nedeniyle, manda tarafından kullanılan doğal mera alanı büyük ölçüde azaltılmıştır.

2) Manda yetiştiriciliğine gereken özen gösterilmemesinden dolayı manda yetiştiricileri, üretim bilgilerinde uzmanlaşmamış, süt üretimini artırmak ve et kalitesini iyileştirmek için genetik ıslah araştırması yapmamışlardır.

3) Manda sütü yeterli fiyata satılamamaktadır.

Bu nedenle, mandanın Türkiye'den neredeyse silinmesine sebep olmuştur. Ancak manda, özellikle yüksek alım fiyatları, büyükbaş hayvan bakım ve besleme maliyetleri, çok hassas üreme ve beslenme koşulları nedeniyle çok sınırlı üreme ve besleme koşullarına sahip yetiştiriciler için sığır dışında iyi bir süt üretim kaynağıdır. İçerik bakımından inek sütüne göre çok daha zengindir. Ayrıca genç yaşta besi yapılırsa kaliteli et üretimi sağlayabilir ve sığır eti ile rahatlıkla rekabet edebilir. Özellikle küçük aile işletmelerinde manda yetiştiriciliği önemini korumaktadır. Bu nedenle Türkiye'nin çeşitli bölgeleri için uygun genotiplerin elde edilmesi gerekmektedir (Şekerden, 2016).

1970 ile 2008 yılları arasında, ülkemizdeki manda popülasyonu keskin bir düşüşle 1 milyon mandaya düşmüştür, bu son derece endişe verici ve türleri yok olma tehlikesiyle karşı karşıya bırakıyor. Ancak Türkiye'de son yıllarda özellikle manda varlığında ümit verici bir büyüme yaşanmaktadır. Halk Elinde Manda Islahı projesinin buna önemli bir katkı sağladığı düşünülmektedir (Yılmaz ve Siyah, 2019).

Türkiye tarıma uygun bir ülkedir ve manda yetiştiriciliği için uygun koşullara sahiptir. Türkiye'nin Marmara bölgesinde İstanbul; Karadeniz bölgesinde Samsun, Tokat ve Sinop; Orta Anadolu'da Çorum, Amasya; Anadolu'nun iç batısında Afyon, Balıkesir; Orta doğuda Sivas ve Muş' tur (Şahin vd., 2013).

Yerel isimler Manda, Camız, Dombay, Camış ve Kömüş'dür. Üretim yönü süt, et ve iş gücüdür. Cidago uzun ve geniştir. Sırttan bele ve ardından kalçaya kadar bir düşüş olur. Tonları genellikle siyah veya koyu gridir. Manda boğazı şişmiş ve yağ doludur. Yaklaşık 3-6 aylıktan itibaren kıl rengi kırmızımsı kahverengiye dönmeye başlar. 10 ila 12 aylıktan itibaren tekrar siyah veya koyu gri olmaya başlar ve bu geçiş 24 aylıkken tamamlanır. Baş yapısı yüze ve ağza doğru dar ve uzundur.

Kulaklar geniş ve kalındır, genellikle düzdür. Mandaların %99'u bağımsız doğum yapabilir. Anne içgüdüleri çok iyidir. Ayrıca diğer malaklarla da ilgilenirler ve onları tehlikeden korumaya çalışırlar. Çiftliğe veya ahıra alışkın mandalar bakıcıları yönetirken herhangi bir zorluk çıkarmayacaktır. Yeterince ot buldukları sürece, genellikle otlatma alanını değiştirmezler. Yem konusunda seçici değillerdir. Sazlık, saman, yonca ve aşındırma tohumları gibi kaba yemleri tercih ederler. Ayrıca sorunsuz bir şekilde sıla yerler. Ani yem değişikliklerine direnebilirler. Şap hastalığına dirençlidirler. İneklerle karşılaştırıldığında vajina ve rahim sarkmasına daha yatkındırlar. Hastalıklara karşı çok dirençlidirler. 0° C'nin altındaki ve 30° C'nin üzerindeki sıcaklıklardan etkilenirler. Suda veya çamurda yuvarlanmaları gerekir. Sulak alanları ve bataklıkları severler (Aksel, 2015).

İtalya'da manda, pek çok doğu Asya ülkesindeki büyük popülasyon sayılarıyla mukayese edildiğinde, dünyadaki tipik İtalyan üretiminin bir örneği olarak küçük, fakat ekonomik yönden önemli bir gerçektir. Ayrıca İtalyan mandası genetik, uygulamalı teknolojiler, patolojilerin gözlenmesi ve ürünlerin hijyen ve kalitesi açısından dünyada ilktir. 1979 yılında kurulmuş olan İtalyan Ulusal Manda Yetiştiricileri Birliği (The National Association of Buffalo Species) (A.N.A.S.B.) 1994 yılında Ziraat Bakanlığı tarafından organize edilmiştir. İtalya'da seleksiyon ve genetik ıslah ANASB tarafından kontrol edilir. Bugün toplam sütçü manda popülasyonunun %26'sı kayıtlıdır. Laktasyonda 5000 kilogramdan fazla süt üreten çok sayıda manda bulunmaktadır (Bartocci vd., 2002).

İtalya'da ve Dünyada yüksek genetik değeri bulunan çok sayıda boğa, suni tohumlama için performans ve döl testine tabi tutulmaktadır. Çok sayıda mandanın yetiştirildiği Güney İtalya'da pek çok semen üretim merkezi vardır. İtalya'daki manda ırkı, aynı genetik seviyede olmayan diğer Avrupa ırklarından ayırmak için "İtalyan Akdeniz mandası" olarak isimlendirilir. İtalya'da 370 000 manda vardır. Ortalama verim laktasyonda 2200 kg'ın üzerindedir. Diğer Akdeniz ülkelerinde 1900 kilogramdan daha azdır (Bartocci vd., 2002).

İtalyan mandaları yüksek üretken kapasiteleri ve değişen çevre koşullarına adaptasyon kabiliyetleri nedeniyle dünya çapında ilgi görmüştür. Seçilmiş İtalyan mandasının diğer ülkelerin manda popülasyonuna dahil edilmesiyle süt verimi büyük ölçüde iyileştirilebilir (Şekerden, 2016).

Kelgökmen ve Ünal (2015) araştırma, halkın elinde tutulan Anadolu mandaların bazı fiziksel ölçümlerini incelemek amacıyla yapılmıştır. Bu çalışmanın hayvan materyali, 1 yaş ve üzeri 73 mandadan oluşuyordu. En küçük kareler, omuz yüksekliği $123,80 \pm 0,80$ cm, kalça çevresi $119,00 \pm 0,85$ cm, kuyruk kemiği yüksekliği $104,90 \pm 0,76$ cm, vücut uzunluğu $114,90 \pm 1,25$ cm, göğüs $181,50 \pm 1,58$ cm, göğüs derinliği $63,70 \pm 0,72$ cm ve kalça uzunluğu $23,60 \pm 0,29$ cm'dir. Çevresel faktörler arasında kalça yüksekliği ($p < 0,001$), kuyruk kemiği yüksekliği ($p < 0,001$), göğüs çevresi ($p < 0,01$) ve göğüs derinliği ($p < 0,01$) önemli etkilere sahiptir; cinsiyet tüm vücutların bir ölçüsüdür Etkiler anlamlı değildi, ancak yaşın etkisi anlamlıydı ($p < 0,001$). Vücut ölçüleri arasındaki pozitif, yüksek ($0,582-0,927$ arasında) ve anlamlı ($p < 0,001$) korelasyon katsayıları bulunmuştur.

Soysal vd. (2016) araştırmalarında, İstanbul İlinde “Halk Elinde Anadolu Mandası Islahı Projesi” nin malzemelerinin morfolojik özelliklerini incelediler. İthal araştırma materyalleri Anadolu manda ve İtalyan kökenli Akdeniz manda popülasyonları dahil olmak üzere toplam 412 manda ölçülmüştür. Bu çalışmada cidago yüksekliği, göğüs genişliği, vücut derinliği, vücut uzunluğu, ökçe yüksekliği, kalça genişliği, kalça kitle genişliği, arka göğüs yük ve ön meme uzunluğu (cm) kullanılarak puanlanmıştır. Bu nedenle her fonksiyon minimum 1, maksimum 9 puan ile puanlanır. Ayrıca Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birliği tarafından uygulanan inek türlerinin sınıflandırma ilkelerine göre arka bacak açısı, arka bacak duruşu, ön meme başı yerleşimi, ön göğüs bağlantısı, arka meme başı yerleşimi ve meme tabanı yerleşimi olmak üzere altı özellik değerlendirildi. Sonuç olarak, Anadolu mandalarının ilk laktasyonda ortalama cidago yüksekliği, beden derinliği, vücut uzunluğu, kalça genişliği ve kalça yumru genişliği sırasıyla 132 cm, 73 cm, 136 cm, 21 cm ve 53 cm idi. Dört özellikten oluşan bir vücut yapısı için toplam puanın ağırlığı %30, tercihen 100 puan, beş özellikten oluşan bir ayak ve bacak yapısı için

%30, altı özellikten oluşan bir meme yapısı için ise %40'tır. Genel puana bakınca İtalyan mandalarının 1-2 laktasyondaki ortalama bileşik skoru ve iki veya daha fazla laktasyon aralığında Anadolu mandalarının ortalama kompozit skoru 70 puan olarak hesaplanmıştır. İlk laktasyonda Anadolu mandalarının ortalama skoru 57 puan olarak bulunmuştur.

Gürcan vd. (2011) bu araştırma, Türkiye'de yetişen Anadolu mandalarının morfolojik özelliklerini belirlemeyi amaçlamaktadır. Çalışma 793 manda üzerinde yapıldı. Çalışmada cinsiyet, yaş ve il göz önünde bulundurularak hayvanlarda 11 farklı vücut ölçümü yapılmıştır. Elde edilen vücut ölçümü sonuçlarına göre hayvanı morfometrik olarak tanımlamak için bir girişimde bulunuldu. Bu nedenle dört yaş ve üstü dişi mandaların ölçülen soldurulmuş boy, kalça yüksekliği, vücut uzunluğu ve göğüs çevresi değerleri sırasıyla $137,3 \pm 0,6$, $132,9 \pm 0,6$, $135,4 \pm 0,8$ ve $201,3 \pm 1,4$ cm'dir. Benzer şekilde, üç erkek mandaların boy, kalça yüksekliği, vücut uzunluğu ve göğüs çevresi sırasıyla $131,6 \pm 0,6$, $129,9 \pm 1,5$, $111,2 \pm 2,9$ ve $174,7 \pm 4,9$ cm'dir. Çalışmada cinsiyet ve yaş faktörlerinin tüm vücut ölçümü üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu bulunmuştur ($P < 0,01$). Aynı zamanda çeşitli vücut ölçüm sonuçlarının ortalama değerleri arasında iller arasında önemli farklılıklar bulunmaktadır ($P < 0,05$).

Campanile vd. (2003) bu çalışmada 711 yetişkin Akdeniz İtalyan manda ineği üzerinde yapıldı. Aşağıdaki tip özellikleri ölçüldü: omuz, sırt, pelvis, göğüs ve sternumdaki yükseklik; göğüs, gövde ve sağrı uzunluğu; ileum, kalça eklemi, iskiyumda pelvis genişliği; arka meme ataşmanının yüksekliği ve genişliği ve meme ucu boyutu. Meme derinliği, meme çukuru ile meme düzlemi arasındaki mesafe ölçüldü. Bazı indeksler hesaplandı: Göğüs yüksekliği indeksleri (CHI): göğüs ve omuz yüksekliği oranı; Bağlı gövde uzunluğu indeksleri (RTLI): gövde uzunluğu ve solma yüksekliği oranı; Vücut İndeksleri (BI): gövde uzunluğu ve göğüs çevresi oranı; Yükseklik- uzunluk indeksleri (HLI): cidago yüksekliği ve gövde uzunluğu oranı. Bu çalışmanın amacı, bu özellikleri Akdeniz İtalyan manda popülasyonunu temsil edecek kadar büyük bir hayvan örneğinde ölçmektir.

Önal (2011) bu çalışmada, görüntü işleme yöntemi (GIM) kullanılarak, Anadolu manda vücut ölçüleri, vücut alanı (VA) ve vücut çevresini (VÇ) belirlemek için çalışılmıştır. 98 Anadolu mandası sabit ölçekli fotoğraf (SSF), Sabit nesne fotoğrafı (SNF) ile ölçüldü. Lazer işaretçi fotoğrafı (LPF), sabit ölçekli video (SSV), sabit nesne videosu (SNV) ve lazer işaretçi video (LPV) belirleme yöntemleri karşılaştırılır. Anadolu Mandalarında CA ile VA ve VÇ arasındaki r değerleri her bir yaş gurubu ve metotta ayrı ayrı tahmin edilmiştir. Çizelge incelendiğinde tüm yaş gurupları ve metotlar için VA ile CA arasında pozitif yönde yüksek bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Yaş guruplarına göre (II, III, IV ve V+) VA ile CA (218,67 kg, 320,87 kg, 386,70 kg ve 516,93kg) arasında en yüksek r değerleri sırasıyla LPV ($r=0,967$) ($P<0,01$), LPF ($r=0,922$) ($P<0,01$), LPV ($r=0,946$) ($P<0,01$) ve SNF ($r=0,809$) ($P<0,01$) metotları için hesaplanmıştır. En düşük r değerleri ise yaş guruplarına göre sırasıyla SNV ($r=0,915$) ($P<0,05$), SSV ($r=0,900$) ($P<0,01$), LPF ($r=0,895$) ($P<0,01$) ve LPF ($r=0,785$) ($P<0,01$) metotları için hesaplanmıştır.

Negretti vd. (2008) Bilgisayarlı görüntü analiz sistemi (Görsel Görüntü Analizi, VIA), manda türlerinin canlı ağırlık (LW) ve besi derecesinin (vücut kondisyon skoru, BCS) belirlenmesinde morfolojik analizlerde kullanılmıştır. Aşağıdaki lineer parametreler için Akdeniz emziren manda hem elle (Lydtin ölçüm çubuğuyla) hem de VIA ile seçildi ve ölçüldü: omuz yüksekliği (WIH), sağrı yüksekliği (RUH), gövde yüksekliği (BOH), gövde uzunluğu (TRL) ve kık uzunluğu (RUL). Açısal bir parametre (kıvrımın ucunda apeks ve iliak tüberozitelerde iki yarım çizgi teğet (AIT) ile) 100 Akdeniz mandası VIA ile artı üç yüzey parametresi, yani canlı ağırlık ve BCS kaydına ek olarak, arka bölgenin (SHP) ve lateral iliak tüberozitenin (SIT) profilinin yan profili (SLP). Doğrusal ölçümler ve VIA arasında bir karşılaştırma büyük benzerlik göstermiştir (farklar %0,32 ile 1,55 arasında değişmektedir). Canlı ağırlığın dolaylı olarak belirlenmesi ile ilgili olarak, basit regresyon denklemleri (SLP'ye karşı LW; SHP'ye karşı LW) $P<0,001$ 'de anlamlıydı ve sırasıyla 0,94 ve 0,92'ye eşit yüksek belirleme katsayılarına sahipti. Çoklu denklemin ($LW = 27427,7445 + 0,0431 SLP + 0,1263 SHP$) $R^2 = 0,96$ ve önemi $Pb0,001$ 'dir. Besi derecesinin objektif olarak belirlenmesi için basit regresyon denklemlerinden (AIT vs. BCS; SIT vs. BCS) tatmin edici sonuçlar ($R^2 = 0,77$ ve

0,81, $P < 0,001$) elde edilmiştir; çoklu denklem ($BCS = -7,4026 + 0,0537 AIT + 0,0180 SIT$) $P < 0,001$ 'de $R^2 = 0,85$ ile anlamlıdır.

Bu çalışmada, Anadolu ve İtalyan mandalarının canlı ağırlık ve vücut ölçülerinin çok değişkenli istatistiksel yöntemlerle araştırılması amaçlanmıştır. Bu genel çerçeve içinde aşağıdaki alt hedeflere ulaşılması hedeflenmiştir;

-Anadolu ve İtalyan mandalarının canlı ağırlıklarını, vücut ölçüleri ile tahmin etmek için; değişkenlerin doğrusallık ve çoklu bağlantıları inceleyerek uygun regresyon modelleri oluşturmak.

-Anadolu ve İtalyan mandalarının canlı ağırlık ve vücut ölçüleri ile ilgili verileri, aşamalı kümeleme yöntemleriyle kümelemek.

Canlı ağırlığı güvenilir bir şekilde tahmin etmek için en uygun regresyon modelini oluşturmak için Anadolu ve İtalyan mandalarının vücut ölçümlerini kullanarak, iki genotipin canlı ağırlık ile ilgili değişkenlerinin düzeyini belirlemek önemlidir. Anadolu ve İtalyan mandalarının büyüklüklerine göre aşamalı kümeleme yöntemleriyle kümelenmesi, kullanılan yöntemlerin karşılaştırılmasında önemlidir. Ayrıca analiz sonuçlarından elde edilen küme sayısına göre hangi ırkın fiziksel özellikler açısından daha homojen veya heterojen bir yapıya sahip olduğunun belirlenmesi ve genom tipine göre her ırka ait alt grupların (küme) morfolojisinin belirlenmesi ile bu kümeler hakkında tanımlayıcı istatistikler sağlar ve Anadolu ve İtalyan manda literatürüne katkı sağlamaktadır.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Materyal

Bu araştırmada kullanılan veri grubunu 2020 yılında Afyonkarahisar ili Sinanpaşa ilçesinde bulunan bir işletmede yetiştirilen farklı yaşlardaki Anadolu ve İtalyan mandalarına ait canlı ağırlık ve vücut ölçüleri kayıtları oluşturmaktadır. Araştırma materyalini oluşturan Anadolu ve İtalyan mandalarının yaş gruplarına göre dağılımı Çizelge 2.1’de, kullanılan değişkenler ise Çizelge 2.2’de verilmiştir.

Çizelge 2.1: Anadolu ve İtalyan mandalarının yaşlara göre dağılımı

Yaş	3	4- 5	6-7	8 ve üzeri	Toplam
İrk					
Anadolu	11	13	19	32	75
İtalyan	35	22	12	6	75
Toplam	46	35	31	38	150

Çizelge 2.2: Araştırmada kullanılan değişkenler

Değişkenler	Ölçü Birimi	Kodu
Cidago Yüksekliği	cm	CY
Göğüs Genişliği	cm	GG
Beden Derinliği	cm	BD
Vücut Uzunluğu	cm	VU
Ökçe Yüksekliği	cm	ÖY
Sağrı Genişliği	cm	SG
Ön Meme Başı Uzunluğu	cm	ÖMBU
Arka Meme Yüksekliği	cm	AMY
Kalça Yumru Genişliği	cm	KYG
Canlı Ağırlık	kg	CA

2.1. Metot

Bu çalışmada kullanılan veriler için Çoklu Doğrusal Regresyon analizi ve Kümeleme analizlerine ilişkin varsayımlar gerçekleştirilmiştir. Bu yöntemler araştırma amacına uygun olarak kullanılmıştır.

Anadolu ve İtalyan mandalarını, vücut ağırlığı ve bazı vücut ölçümlerine göre karşılaştırmak için bağımsız gruplar arası t testi kullanıldı ve her ırkın canlı ağırlığını karşılaştırmak için varyans analizi kullanıldı (yaşa ve belirli vücut ölçümlerine göre tek tek karşılaştırmak). Çoklu karşılaştırma testlerinden LSD testi, önemli farklılıklar içeren yaş gruplarının ikili karşılaştırmalarını bulmak için kullanıldı. Anadolu ve İtalyan mandalarının Ek 1' de yaş ve vücut ölçüleriyle ilgili değişkenler arasındaki korelasyon matrisini vermektedir.

Anadolu ve İtalyan mandalarının canlı ağırlığını tahmin etmek için çoklu doğrusal regresyon analizi kullanıldı. Her ırk için canlı ağırlık tahmini sadece vücut ölçüleri ile ilgili değişkenler kullanılarak gerçekleştirildi. Çoklu doğrusal regresyon analizi uygulamasında, korelasyon analizi sonucunda canlı ağırlık üzerinde önemli bir etkiye sahip değişkenler çoklu doğrusal regresyon modeline dahil edildi ve daha sonra sadece çoklu doğrusal regresyon analizinde etkileri önemli bulunan değişkenler modele dahil edildi.

Çalışmada Anadolu ve İtalyan mandalarının fiziksel özelliklerine göre Kümeleme analizi yapılmış, aşamalı kümeleme yöntemlerinde yaygın olarak kullanılan yöntemler kullanılmıştır. Kümeleme analizinden önce Anadolu ve İtalyan ırklarının yaşa göre canlı ağırlık ile bazı fiziksel ölçümlerinin karşılaştırılmasına yönelik varyans analizi kullanılmış ve yaşın, canlı ağırlık ve vücut ölçüleri üzerinde önemli bir etkisi olduğu belirlenmiştir. Kullanılan vücut ölçüleri ve canlı ağırlık üzerinde yaşın etkisini en küçük kareler yöntemi ile saptanmıştır (Kılıç, 2008) ve yaşa göre düzeltilmiştir. Ek 2, yaşın etki payını belirlemek için kullanılan modeli göstermektedir.

Ek 2' de yer alan Anadolu ve İtalyan mandalarının fiziksel özelliklerinin modele göre düzeltilmiş değerlerine göre; aşamalı kümeleme yöntemi olarak Tek Bağlantı Kümeleme yöntemi, Ortalama Bağlantı Kümeleme yöntemi, Tam Bağlantı Kümeleme yöntemi ve Ward Kümeleme yöntemi kullanılmıştır. Aşamalı Kümeleme analizi uygulamasında benzerlik ölçüsü olarak Pearson korelasyon katsayısı, uzaklık ölçüsü olarak Öklid ve Karesel Öklid mesafe ölçüsü kullanıldı.

Aşamalı kümeleme yönteminin uygulanmasının sonucu, farklı mesafe seviyelerine ve benzer seviyelere sahip küme sayısının elde edilmesi ve bir dendrogramın çizilmesidir. Analiz sonucu, uygun küme sayısı belirlenirken her bir kümeleme yöntemine ilişkin dendrogramın kontrol edilerek doğru sınıflama oranları dikkate alınmıştır ve elde edilen küme sayısının tanımlayıcı istatistiklerinin belirlenmesi şeklindedir. Ek olarak küme merkezleri arasında herhangi bir fark olup olmadığını kontrol etmek için varyans analizi kullanılmıştır.

Yeni veri yapısına Ayırma analizi uygulanmıştır ve küme sayıları için doğru sınıflandırma oranları elde edilmiştir. Analizin sonucu, en yüksek doğru sınıflandırma oranına ve en yüksek anlamlılık düzeyine sahip küme sayısı uygun olarak kabul edilmiştir.

Anadolu ve İtalyan mandalarının vücut ölçülerinin kümeleme yöntemleri ile kümelenmesi ile ilgili tanımlayıcı istatistikler ve doğru sınıflama oranları ilgili bölümlerde verilmiştir.

3. BULGULAR

3.1. Anadolu ve İtalyan Mandalarına Ait Bazı İstatistikler

Anadolu ve İtalyan mandalarının canlı ağırlık ve bazı vücut ölçülerine ilişkin tanıtıcı istatistikler ve değişkenlerin ırka göre her bir yaş için karşılaştırılmasına yönelik t testi sonuçları Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1: Anadolu ve İtalyan mandalarının canlı ağırlık ve bazı vücut ölçülerinin karşılaştırılması

Değişkenler	İrk	3 Yaş	4- 5 Yaş	6- 7 Yaş	8+ Yaş
		$n_1=11$ $n_2=35$	$n_1=13$ $n_2=22$	$n_1=19$ $n_2=12$	$n_1=32$ $n_2=6$
		$\bar{X} \pm SS$	$\bar{X} \pm SS$	$\bar{X} \pm SS$	$\bar{X} \pm SS$
Cidago	Anadolu	129,45± 6,17	132,62±6,91	135,58±5,37	133,16±4,83
Yüksekliği (cm)	İtalyan	130,14±4,98	134,59± 5,22	137,33± 4,83	134,33± 4,18
CY	P	0,708	0,345	0,365	0,581
Göğüs Genişliği (cm) GG	Anadolu	26,55±2,42	26,62± 2,69	26,74± 2,94	26,81±2,84
	İtalyan	27,09±2,37	26,64± 1,87	27,75± 3,79	28,33± 3,33
	P	0,515	0,978	0,410	0,249
Beden Derinliği (cm) BD	Anadolu	76,82±2,48	77,85± 4,1	81,16± 7,19	77,00± 5,01
	İtalyan	72,89±3,92	74,41± 5,07	78,83± 5,60	76,00± 4,56
	P	**	*	0,350	0,652
Vücut Uzunluğu (cm) VU	Anadolu	141,64±8,07	143,38± 12,91	146,53± 8,44	146,44± 9,90
	İtalyan	145,14±6,84	153,23± 9,35	153,00± 10,49	154,83± 8,93
	P	0,162	*	0,68	0,63
Ökçe Yüksekliği (cm) ÖY	Anadolu	3,64±1,36	4,15± 1,28	4,05± 1,13	3,94± 0,72
	İtalyan	4,69±1,23	4,45± 0,80	5,17± 1,34	4,50± 1,37
	P	*	0,397	*	0,141
Sağrı Genişliği (cm) SG	Anadolu	20,0±3,10	23,15± 3,53	23,63± 3,45	23,38± 2,80
	İtalyan	24,97±2,2	25,50± 2,50	27,33± 2,64	27,67± 2,25
	P	***	*	**	**
Ön Meme Başı Uzunluğu (cm) ÖMBU	Anadolu	3,91±0,94	4,15± 1,28	4,68± 1,20	4,44± 1,34
	İtalyan	4,69±0,87	5,18± 0,85	5,67± 1,07	5,50± 1,50
	P	*	**	*	0,89
Arka Meme Yüksekliği (cm) AMY	Anadolu	14,55±4,06	14,54± 3,18	14,58± 4,07	16,63± 2,80
	İtalyan	15,00±3,02	16,05± 3,56	15,58± 5,35	16,50± 3,83
	P	0,691	0,218	0,558	0,925
Kalça Yumru Genişliği (cm)	Anadolu	57,27±4,45	58,31± 4,11	57,89± 2,90	58,34± 3,28
	İtalyan	59,54±3,05	62,23± 3,84	64,42± 4,12	65,00± 3,90
	P	0,6	**	***	***
Canlı Ağırlık (kg)	Anadolu	550,00±30,25	628,00± 93,26	631,32±74,87	640,78±70,28
	İtalyan	605,89±51,85	664,18± 45,54	702,50± 79,33	713,33±48,03
	P	**	0,133	*	*

*: p<0,05 **: p<0,01 ***: p<0,001
mandalarının sayısı

n_1 : Anadolu mandalarının sayısı n_2 : İtalyan

Çizelge 3.1’e göre, Anadolu ve İtalyan mandalarının 3 yaşa göre beden derinliği, ökçe yüksekliği, sağrı genişliği, ön meme başı uzunluğu ve canlı ağırlıkları

arasındaki farklar önemli bulunmuştur. 4-5 yaş için beden derinliği, vücut uzunluğu, sağrı genişliği, ön meme başı uzunluğu ve kalça yumru genişliği arasındaki farklar önemli bulunmuştur. 6-7 yaş için ökçe yüksekliği, sağrı genişliği, ön meme başı uzunluğu, kalça yumru genişliği ve canlı ağırlık arasındaki farklar önemli bulunmuştur. 8 ve üzeri yaş için sağrı genişliği, kalça yumru genişliği ve canlı ağırlık arasındaki farklar önemli bulunmuştur. Çizelge 3.1'deki bulgulara göre, her bir yaş için İtalyan mandalarının cidago yüksekliği, göğüs genişliği, vücut uzunluğu, ökçe yüksekliği, sağrı genişliği, ön meme başı uzunluğu, arka meme yüksekliği, kalça yumru genişliği ve canlı ağırlık özelliklerine ilişkin ortalamaları Anadolu mandalarından daha yüksektir. Buna karşılık, beden derinliği bakımından ise Anadolu mandalarına ilişkin ortalamalar İtalyan mandalarından daha yüksektir.

Anadolu ve İtalyan mandalarının canlı ağırlık ve incelenen vücut ölçüleri üzerinde yaştan etkisinin incelenmesine ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 3.2'de verilmiştir.

Çizelge 3.2: Anadolu ve İtalyan mandalarının canlı ağırlık ve bazı vücut ölçülerinin yaşa göre karşılaştırılması

Irk		3 Yaş	4- 5 Yaş	6- 7 Yaş	8+ Yaş	P
		$n_1=11$ $n_2=35$	$n_1=13$ $n_2=22$	$n_1=19$ $n_2=12$	$n_1=32$ $n_2=6$	
		$\bar{X} \pm SS$	$\bar{X} \pm SS$	$\bar{X} \pm SS$	$\bar{X} \pm SS$	
CY	Anadolu	129,45±6,17bc	132,62±6,91ac	135,58±5,37a	133,16±4,83ac	*
	İtalyan	130,14±4,98bc	134,59± 5,22ac	137,33± 4,83a	134,33±4,18ac	***
GG	Anadolu	26,55±2,42	26,62± 2,69	26,74± 2,94	26,81±2,84	0,992
	İtalyan	27,09±2,37	26,64± 1,87	27,75± 3,79	28,33± 3,33	0,443
BD	Anadolu	76,82±2,48bc	77,85± 4,1ac	81,16± 7,19a	77,00± 5,01bc	*
	İtalyan	72,89±3,92bc	74,41± 5,07bc	78,83± 5,60a	76,00± 4,56ac	**
VU	Anadolu	141,64±8,07	143,38± 12,91	146,53± 8,44	146,44± 9,90	0,450
	İtalyan	145,14±6,84b	153,23± 9,35a	153,00±10,49a	154,83± 8,93a	***
ÖY	Anadolu	3,64±1,36	4,15± 1,28	4,05± 1,13	3,94± 0,72	0,644
	İtalyan	4,69±1,23	4,45± 0,80	5,17± 1,34	4,50± 1,37	0,378
SG	Anadolu	20,0±3,10b	23,15± 3,53a	23,63± 3,45a	23,38± 2,80a	*
	İtalyan	24,97±2,2bc	25,50± 2,50ac	27,33± 2,64a	27,67± 2,25a	**
ÖMB	Anadolu	3,91±0,94	4,15± 1,28	4,68± 1,20	4,44± 1,34	0,371
	İtalyan	4,69±0,87bc	5,18± 0,85ac	5,67± 1,07a	5,50± 1,50ac	*
AMY	Anadolu	14,55±4,06	14,54± 3,18	14,58± 4,07	16,63± 2,80	0,091
	İtalyan	15,00±3,02	16,05± 3,56	15,58± 5,35	16,50± 3,83	0,668
KYG	Anadolu	57,27±4,45	58,31± 4,11	57,89± 2,90	58,34± 3,28	0,835
	İtalyan	59,54±3,05b	62,23± 3,84a	64,42± 4,12a	65,00± 3,90a	***
CA	Anadolu	550,00±30,25b	628,00±93,26a	631,32±74,87a	640,78±70,28a	**
	İtalyan	605,89±51,85b	664,18± 45,54a	702,50±79,33a	713,33±48,03a	***

*: $p<0,05$ **: $p<0,01$ ***: $p<0,001$ n_1 : Anadolu mandalarının sayısı n_2 : İtalyan mandalarının sayısı
a, b, c, d, e: Aynı satırda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($p<0,05$).

Çizelge 3.2’de verilen bulgulara göre, Anadolu mandasına ilişkin cidago yüksekliği, beden derinliği, sağrı genişliği ve canlı ağırlık ölçüleri üzerinde yaşın etkisinin farklı düzeylerde ($p<0,05$; $p<0,001$) önemli olduğu belirlenmiştir. İtalyan ırkında ise cidago yüksekliği, beden derinliği, vücut uzunluğu, sağrı genişliği, ön meme başı uzunluğu, kalça yumru genişliği ve canlı ağırlıkları üzerinde yaşın etkisi önemli bulunmuştur. Her bir yaştaki İtalyan mandalarının göğüs genişliği, ökçe yüksekliği ve arka meme yüksekliği ölçümlerinin birbirine yakın olduğu saptanmıştır. Ayrıca Anadolu mandalarında göğüs genişliği, vücut uzunluğu, ökçe yüksekliği ve arka meme yüksekliği, kalça yumru genişliği ve ön meme başı uzunluğu ölçümlerinin birbirine yakın olduğu saptanmıştır.

Anadolu ve İtalyan Mandalarının Canlı Ağırlık Tahminine ilişkin Bulgular

Anadolu ve İtalyan mandalarının canlı ağırlık tahmini için uygulanan çoklu doğrusal regresyon modelinde öncelikle korelasyon analizi (Çizelge 3.12) sonucunda canlı ağırlık ile ilişkisi anlamlı bulunan değişkenler analize katılmış olup sonraki aşamada çoklu doğrusal regresyon analizi sonucunda etkisi önemli bulunan değişkenler ile analiz gerçekleştirilmiştir. Anadolu ve İtalyan mandalarının yaşa göre düzeltilmiş vücut ölçüleri kullanılarak yapılan ve yaşa göre düzeltilmemiş vücut ölçüleriyle yapılan canlı ağırlık tahminine ilişkin çoklu doğrusal regresyon analizi sonuçları Çizelge 3.3-3.11’de verilmiştir. Çizelge 3.3, 3.5, 3.7 ve 3.9’da verilen varyans analizi sonuçlarına göre, Anadolu ve İtalyan mandalarının canlı ağırlık tahminine ilişkin uygulanan tüm çoklu doğrusal regresyon modelleri önemli bulunmuştur ($p<0,001$). Buna göre, tüm modeller için regresyon katsayılarının sıfıra eşit olduğu şeklindeki H_0 hipotezi ($H_0:j=0$) reddedilir. Bir diğer anlatımla, modele ilişkin bulunan en az bir regresyon katsayısı sıfırdan farklıdır.

Anadolu mandalarının vücut ölçüleri kullanılarak elde edilen çoklu doğrusal regresyon katsayıları ve önem kontrollerinin yer aldığı Çizelge 3.4 incelendiğinde, göğüs genişliği, ön meme başı uzunluğu ve kalça yumru genişliği değişkenlerinin canlı ağırlık üzerindeki etkisinin önemli olmadığı ($p>0,05$), cidago yüksekliği, beden

derinliği, vücut uzunluğu, ökçe yüksekliği ve sağrı genişliği değişkenlerinin ise model için önemli bir etkiye sahip olduğu görülmektedir ($p<0,05$). Çizelge 3.4'te verilen t değerleri, Anadolu mandalarının canlı ağırlığı üzerinde en önemli etkiye sahip değişkenlerin sırası ile beden derinliği, sağrı genişliği ve vücut uzunluğu olduğunu göstermektedir.

Çizelge 3.4'te verilen çoklu belirleme katsayısının (R^2) 0,995 olması, canlı ağırlık tahmininde uygulanan çoklu doğrusal regresyon modelinin açıklama oranının %99,50 olması anlamını taşımaktadır. Diğer bir anlatım ile canlı ağırlıktaki değişimin %99,50'u vücut ölçülerine ilişkin değişkenler tarafından açıklanırken, etkisi önemli bulunan vücut ölçülerine ilişkin beş değişken ile canlı ağırlıktaki değişimin %99,50'i ($R^2 = 0,995$) açıklanmaktadır.

Çizelge 3.3: Anadolu mandalarının yaşa göre düzeltilmiş vücut ölçüleri kullanılarak oluşturulan çoklu doğrusal regresyon analizine ilişkin varyans analizi sonuçları

Değişim Kaynağı	s.d.	KT	KO	F	P
Regresyon	8	28372192,994	3546524,124	1751,985	***
Artık (Hata)	67	135627,368	2024,289	-	-
Genel	75	28507820,360	-	-	-

***: $p<0,001$

Çizelge 3.4: Anadolu mandalarının yaşa göre düzeltilmiş vücut ölçüleri kullanılarak oluşturulan çoklu doğrusal regresyon analiz sonuçları

Bağımsız değişkenler	Tüm Değişkenler İçin				Etkisi Önemli Değişkenler İçin			
	b_j	$S(b_j)$	t	p	β_j	$S(\beta_j)$	t	p
CY	-2,087	0,916	-2,278	*	-2,496	0,783	-3,188	**
GG	2,266	2,299	0,985	0,328	-	-	-	-
BD	5,493	1,108	4,959	***	5,746	1,039	5,531	***
VU	1,829	0,519	3,526	**	1,337	0,458	2,922	**
ÖY	12,368	5,760	2,147	*	15,401	5,458	2,822	**
SG	8,797	2,239	3,930	***	10,679	2,039	5,236	***
ÖMBU	11,071	5,961		0,116	-	-	-	-
KYG	-2,750	1,727	-1,593	0,68	-	-	-	-
	$R = 0,998$ $R^2 = 0,995$				$R = 0,997$ $R^2 = 0,995$			

*: $p<0,05$ **: $p<0,01$ ***: $p<0,001$

Çizelge 3.6' da Anadolu mandalarının yaşa göre düzeltilmemiş vücut ölçüleri ile bulunan regresyon katsayıları ve önem kontrolleri yer almaktadır. Buna göre, Çizelge 3.4'te olduğu gibi göğüs genişliği, ön meme başı uzunluğu ve kalça yumru genişliği değişkenleri modelde önemli bir etkiye sahip değildir ve vücut ölçülerine

ilişkin diğer beş değişken canlı ağırlık üzerinde önemli bir etkiye sahiptir ($p<0,05$). Model üzerindeki etkisi en önemli bulunan değişkenler sırası ile sağrı genişliği, beden derinliği, arka meme yüksekliği ve vücut uzunluğudur.

Çizelge 3.5: Anadolu mandalarının yaşa göre düzeltilmemiş vücut ölçüleri kullanılarak oluşturulan çoklu doğrusal regresyon analizine ilişkin varyans analizi sonuçları

Değişim Kaynağı	s.d.	KT	KO	F	P
Regresyon	8	29373968,611	3671746,076	1526,511	***
Artık (Hata)	67	161156,389	2405,319	-	-
Genel	75	29535125,000	-	-	-

***: $p<0,001$

Çizelge 3.6: Anadolu mandalarının yaşa göre düzeltilmemiş vücut ölçüleri kullanılarak oluşturulan çoklu doğrusal regresyon analizi sonuçları

Bağımsız değişkenler	Tüm Değişkenler İçin				Etkisi Önemli Değişkenler İçin			
	b_j	$S(b_j)$	t	p	β_j	$S(\beta_j)$	t	p
CY	-2,335	0,994	-2,349	*	-2,585	0,834	-3,099	**
GG	2,303	2,472	0,931	0,355	-	-	-	-
BD	4,762	1,164	4,090	***	5,11	1,091	4,683	***
VU	1,893	0,559	3,388	**	1,499	0,488	3,074	**
ÖY	14,519	6,174	2,352	*	17,187	5,826	2,95	**
SG	10,665	2,307	4,623	***	12,315	2,072	5,944	***
ÖMBU	9,918	6,352	1,561	0,123	-	-	-	-
KYG	-2,065	1,816	-1,137	0,259	-	-	-	-
$R = 0,997$ $R^2 = 0,995$					$R = 0,997$ $R^2 = 0,994$			

*: $p<0,05$ **: $p<0,01$ ***: $p<0,001$

Çizelge 3.6'daki bulgulara göre, yaşa göre düzeltilmemiş vücut ölçülerine ilişkin sekiz değişken canlı ağırlıktaki değişimin %99,50'ini ($R^2 = 0,995$) açıklamaktadır. Etkisi önemli bulunan beş değişkenin ise modeli açıklamadaki başarısı %99,40' dır ($R^2 = 0,994$).

Çizelge 3.8'de verilen ve İtalyan mandalarının yaşa göre düzeltilmiş vücut ölçüleri kullanılmasıyla elde edilen regresyon katsayıları ve önem kontrolleri incelendiğinde, cidago yüksekliği ve sağrı genişliği değişkenlerinin model üzerindeki etkisinin önemli olmadığı ($p>0,05$), diğer üç değişkenin ise model için önemli bir etkiye sahip olduğu görülmektedir ($p<0,05$). Çizelge 3.8'deki t değerleri

incelendiğinde, İtalyan mandalarının canlı ağırlığı üzerindeki etkisi en önemli olan değişkenin mandaların vücut uzunluğu olduğu görülmektedir.

Çizelge 3.7: İtalyan mandalarının yaşa göre düzeltilmiş vücut ölçüleri kullanılarak oluşturulan çoklu doğrusal regresyon analizine ilişkin varyans analizi sonuçları

Değişim Kaynağı	s.d.	KT	KO	F	P
Regresyon	5	31612781,002	6322556,203	3365,645	***
Artık (Hata)	70	131498,983	1878,557	-	-
Genel	75	31744280,000	-	-	-

***: $p < 0,001$

Çizelge 3.8: İtalyan mandalarının yaşa göre düzeltilmiş vücut ölçüleri kullanılarak oluşturulan çoklu doğrusal regresyon analizi sonuçları

Bağımsız değişkenler	Tüm Değişkenler İçin				Etkisi Önemli Değişkenler İçin			
	b_j	$S(b_j)$	t	p	β_j	$S(b_j)$	t	p
CY	-1,171	0,852	-1,376	0,173	-	-	-	-
VU	2,317	0,653	3,548	**	2,029	0,536	3,784	***
SG	4,415	2,308	1,913	0,060	-	-	-	-
ÖMBU	17,386	5,398	3,221	**	17,486	5,314	3,290	**
KYG	4,143	1,545	2,682	**	4,154	1,291	3,217	**
	$R = 0,998$ $R^2 = 0,996$				$R = 0,998$ $R^2 = 0,996$			

*: $p < 0,05$ **: $p < 0,01$ ***: $p < 0,001$

Canlı ağırlıktaki değişimin %99,60'i ($R^2=0,996$) vücut ölçülerine ilişkin beş değişken tarafından açıklanırken etkisi önemli bulunan üç değişken ile canlı ağırlıktaki değişimin %99,60'si ($R^2=0,996$) açıklanmaktadır.

Çizelge 3.10'daki bulgulara göre; İtalyan mandaları için cidago yüksekliği, beden derinliği ve sağrı genişliği değişkenlerinin model üzerindeki etkisi önemli bulunmazken ($p > 0,05$), diğer değişkenlerin ise model için önemli bir etkiye sahip olduğu görülmektedir ($p < 0,05$). Yaşa göre düzeltilmemiş vücut ölçülerinin analizinde İtalyan mandalarının canlı ağırlık tahminine ilişkin model üzerindeki etkisi en önemli bulunan değişken vücut uzunluğu olduğu görülmektedir.

Çizelge 3.9: İtalyan mandalarının yaşa göre düzeltilmemiş vücut ölçüleri kullanılarak oluşturulan çoklu doğrusal regresyon analizine ilişkin varyans analizi sonuçları

Değişim Kaynağı	s.d.	KT	KO	F	P
Regresyon	6	31614374,720	5269062,453	2798,695	***
Artık (Hata)	69	129905,280	1882,685	-	-
Genel	75	31744280,000	-	-	-

***: $p < 0,001$

Çizelge 3.10' da vücut ölçülerine ilişkin değişkenler canlı ağırlıktaki değişimin %99,60'ını ($R^2=0,996$) açıklamaktadır. Ayrıca, canlı ağırlıktaki değişimin %99,60'i etkisi önemli bulunan iki değişken ile açıklanabilmektedir.

Çizelge 3.10: İtalyan mandalarının yaşa göre düzeltilmemiş vücut ölçüleri kullanılarak oluşturulan çoklu doğrusal regresyon analiz sonuçları

Bağımsız değişkenler	Tüm Değişkenler İçin				Etkisi Önemli Değişkenler İçin			
	b_j	$S(b_j)$	t	p	β_j	$S(\beta_j)$	t	p
CY	-1,872	1,143	-1,638	0,106	-	-	-	-
BD	1,141	1,240	0,920	0,361	-	-	-	-
VU	2,486	0,679	3,661	***	2,029	0,536	3,784	***
SG	4,134	2,331	1,774	0,081	-	-	-	-
ÖMBU	16,951	5,425	3,125	**	17,486	5,314	3,290	**
KYG	4,016	1,552	2,587	*	4,1254	1,291	3,217	**
	R= 0,998 $R^2= 0,996$				R= 0,998 $R^2= 0,996$			

*: $p < 0,05$ **: $p < 0,01$ ***: $p < 0,001$

Anadolu ve İtalyan mandalarının yaşa göre düzeltilmiş ve düzeltilmemiş vücut ölçüleri kullanılarak yukarıda yapılan canlı ağırlık tahminine ilişkin çoklu doğrusal regresyon modelleri Çizelge 3.11'de verilmiştir.

Çizelge 3.11: Anadolu ve İtalyan mandalarının canlı ağırlık tahminine ilişkin çoklu doğrusal regresyon denklemleri

İrk	n	Değişkenler	Durum	Regresyon Denklemi	R ²
Anadolu	75	Yaşa göre Düzeltilmiş Vücut Ölçüleri	a	CA=-2,087CY+2,266GG+5,493BD+1,829VU+12,368ÖY+8,797SG+11,071ÖMBU+ -2,750KYG	0,995
			b	CA=-2,496CY+-5,746BD+1,337VU+15,401ÖY+10,679SG	0,995
		Yaşa Göre Düzeltilmemiş Vücut Ölçüleri	a	CA=-2,335CY+2,303GG+4,762BD+1,893VU+14,519ÖY+10,665SG+9,918ÖMBU+-2,065KYG	0,995
			b	CA=-2,585CY+5,11BD+1,499VU+17,187ÖY+12,315SG	0,994
		Yaşa göre Düzeltilmiş Vücut Ölçüleri	a	CA=-1,171CY+2,317VU+4,415SG+17,386ÖMBU+4,143KYG	0,996
			b	CA=2,029VU+17,486ÖMBU+4,154KYG	0,996
İtalyan	75	Yaşa Göre Düzeltilmemiş Vücut Ölçüleri	a	CA=-1,872CY+1,141BD+2,486VU+4,134SG+16,951ÖMBU+4,016KYG	0,996
			b	CA=2,029VU+17,486ÖMBU+4,1254KYG	0,996

a: Tüm değişkenler için

b: Etkisi önemli olan değişkenler için

Çizelge 3.11’de etkisi önemli olan değişkenler için verilen belirleme katsayıları (R²) incelendiğinde, çoklu doğrusal regresyon analizinde yaşa göre düzeltilmiş vücut ölçülerinin kullanılması Anadolu mandalarının canlı ağırlığındaki değişimin açıklanmasında daha büyük bir etkiye sahiptir. Anadolu ve İtalyan mandalarının canlı ağırlıkları ile vücut ölçüleri arasındaki korelasyon katsayıları Çizelge 3.12 ve 3.13 de verilmiştir.

Çizelge 3.12: Anadolu ve İtalyan mandalarının yaşa göre düzeltilmemiş canlı ağırlıkları ve vücut ölçüleri arasındaki korelasyon katsayıları

İrk	Anadolu		İtalyan	
N	75		75	
Değişkenler	CA		CA	
	r	p	r	p
CY	0,383	**	0,599	***
GG	0,229	*	0,219	0,059
BD	0,545	***	0,380	**
VU	0,395	***	0,571	***
ÖY	0,383	**	-0,002	0,985
SG	0,560	***	0,524	***
ÖMBU	0,442	***	0,461	***
AMY	0,136	0,244	-0,083	0,480
KYG	0,288	*	0,645	***

Çizelge 3.13: Anadolu ve İtalyan mandalarının yaşa göre düzeltilmiş canlı ağırlıkları ve vücut ölçüleri arasındaki korelasyon katsayıları

İrk	Anadolu		İtalyan	
N	75		75	
Değişkenler	CA		CA	
	r	p	r	p
CY	0,326	**	0,456	***
GG	0,237	*	0,206	0,076
BD	0,596	***	0,210	0,070
VU	0,367	**	0,440	***
ÖY	0,372	**	-0,038	0,745
SG	0,487	***	0,416	***
ÖMBU	0,424	***	0,318	**
AMY	0,087	0,458	-0,201	0,083
KYG	0,272	*	0,488	***

*: p<0,05 **: p<0,01 ***: p<0,001

Çizelge 3.12’de verilen korelasyon katsayıları, Anadolu mandalarının canlı ağırlığı ile en yüksek düzeyde ilişkisi olan değişkenlerin beden derinliği, sağrı genişliği, ön meme başı uzunluğu olduğunu ve İtalyan mandalarının canlı ağırlığı ile en yüksek düzeyde ilişkisi olan değişkenlerin ise kalça yumru genişliği, cidago yüksekliği ve vücut uzunluğu olduğunu göstermektedir.

3.3. Kümeleme Analizine İlişkin Bulgular

Anadolu ve İtalyan mandalarının yaşa göre canlı ağırlıkları ve bazı vücut ölçümleri ile karşılaştırılan varyans analizi sonucunda, yaşın etkisinin anlamlı bulunması nedeniyle mandaların canlı ağırlık ve vücut ölçü verileri yaşa göre düzeltilmiştir. Çizelge 3.13 ve Çizelge 3.14 yaşın Anadolu ve İtalyan mandalarının canlı ağırlıkları ve bazı vücut ölçümleri üzerindeki etki payı verilmiştir ve değişkenlerin ham ve düzeltilmiş ortalama değerleri gösterilmektedir.

Çizelge 3.14: Anadolu mandalarının canlı ağırlık ve bazı vücut özellikleri üzerinde yaşın etki payı (EP) ile ham ve düzeltilmiş ortalama değerleri (n=75)

Değişkenler	3 Yaş	4-5 Yaş	6-7 Yaş	8 ve Üzeri Yaş	Ham Ortalama	Düzeltilmiş Ortalama
	EP	EP	EP	EP	$\bar{X} \pm SS$	$\bar{X} \pm SS$
Cidago Yüksekliği (cm)	-3,25	-0,08	2,88	0,46	133,13 $\pm$ 5,76	132,70 $\pm$ 5,45
Göğüs Genişliği (cm)	-0,13	-0,06	0,06	0,13	26,72 $\pm$ 2,73	26,68 $\pm$ 2,73
Beden Derinliği (cm)	-1,39	-0,36	2,95	-1,21	78,17 $\pm$ 5,46	78,21 $\pm$ 5,16
Vücut Uzunluğu (cm)	-2,86	-1,12	2,03	1,94	145,23 $\pm$ 9,93	144,50 $\pm$ 9,74
Ökçe Yüksekliği (cm)	-0,31	0,20	0,10	-0,01	3,96 $\pm$ 1,03	3,95 $\pm$ 1,02
Sağrı Genişliği (cm)	-2,54	0,61	1,09	0,84	22,91 $\pm$ 3,31	22,54 $\pm$ 3,08
Ön Meme Başı Uzunluğu (cm)	-0,39	0,38	0,14	-0,57	4,37 $\pm$ 1,25	4,30 $\pm$ 1,22
Arka Meme Yüksekliği (cm)	-0,52	-0,53	-0,49	1,56	15,44 $\pm$ 3,5	15,07 $\pm$ 3,34
Kalça Yumru Genişliği (cm)	-0,68	0,36	-0,06	0,39	58,07 $\pm$ 3,48	57,95 $\pm$ 3,46
Canlı Ağırlık (kg)	-62,54	15,54	18,78	28,24	622,87 $\pm$ 76,92	612,54 $\pm$ 70,47

Çizelge 3.15: İtalyan mandalarının canlı ağırlık ve bazı vücut özellikleri üzerinde yaşın etki payı (EP) ile ham ve düzeltilmiş ortalama değerleri (n=75)

Değişkenler	3 Yaş	4-5 Yaş	6-7 Yaş	8 ve Üzeri Yaş	Ham Ortalama	Düzeltilmiş Ortalama
	EP	EP	EP	EP	$\bar{X} \pm SS$	$\bar{X} \pm SS$
Cidago	-3,96	0,49	3,23	0,23	132,93 $\pm$ 5,62	134,10 $\pm$ 4,88
Yüksekliği (cm)						
Göğüs Genişliği (cm)	-0,36	-0,81	0,30	0,88	27,16 $\pm$ 2,59	27,44 $\pm$ 2,54
Beden Derinliği (cm)	-2,64	-1,12	3,30	0,47	74,53 $\pm$ 4,99	75,52 $\pm$ 4,51
Vücut Uzunluğu (cm)	-6,41	1,68	1,45	3,28	149,55 $\pm$ 9,24	151,55 $\pm$ 8,25
Ökçe Yüksekliği (cm)	-0,01	-0,25	0,47	-0,20	4,68 $\pm$ 1,15	4,70 $\pm$ 1,12
Sağrı Genişliği (cm)	-1,40	-0,87	0,96	1,30	25,72 $\pm$ 2,54	26,37 $\pm$ 2,34
Ön Meme Başı Uzunluğu (cm)	-0,57	-0,08	0,41	0,24	5,05 $\pm$ 1,01	5,25 $\pm$ 0,94
Arka Meme Yüksekliği (cm)	-0,78	0,27	-0,20	0,72	15,52 $\pm$ 3,65	15,78 $\pm$ 3,61
Kalça Yumru Genişliği (cm)	-3,26	-0,57	1,62	2,20	61,55 $\pm$ 4,04	62,80 $\pm$ 3,47
Canlı Ağırlık (kg)	-65,59	-7,30	31,02	41,85	647,04 $\pm$ 68,25	671,48 $\pm$ 54

Anadolu ve İtalyan mandalarının vücut özelliklerine ilişkin yukarıda verilen etki paylarına göre düzeltilmiş değerler üzerinde Tek Bağlantı Kümeleme Yöntemi, Ortalama Bağlantı Kümeleme Yöntemi, Tam Bağlantı Kümeleme Yöntemi ve Ward Kümeleme Yöntemi ile yapılan aşamalı kümeleme analizleri sonucunda elde edilen bulgular ilgili bölümlerde verilmiştir.

3.3.1. Aşamalı Kümeleme Analizine ilişkin Bulgular

3.3.1.1. Tek Bağlantı Kümeleme Yöntemi

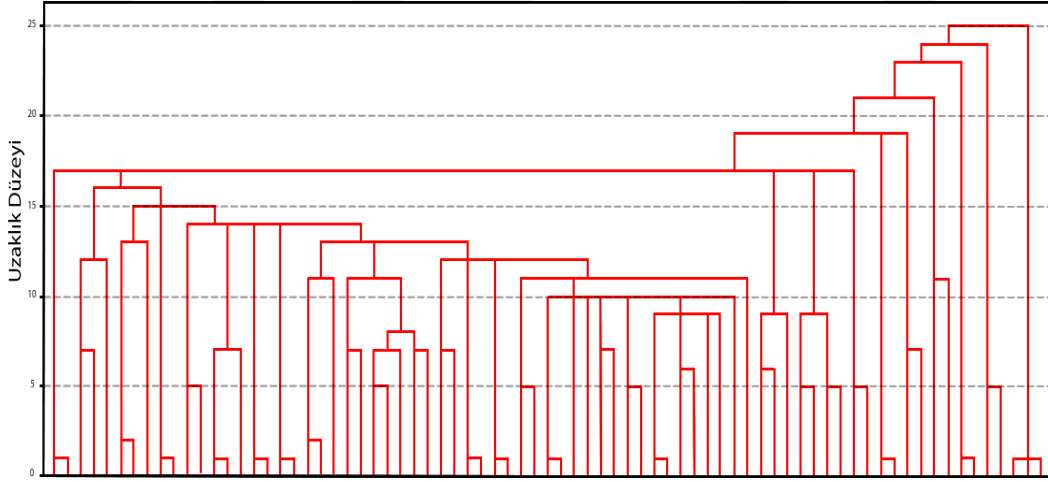
Anadolu ve İtalyan mandalarının vücut özelliklerine göre Tek Bağlantı Kümeleme Yöntemi (Single Linkage Cluster Analysis) ile kümelenmesinde uzaklık ölçütü

olarak öklit uzaklık ölçütü kullanılmıştır. Analiz sonuçları ve dendrogramlar aşağıda verilmiştir.

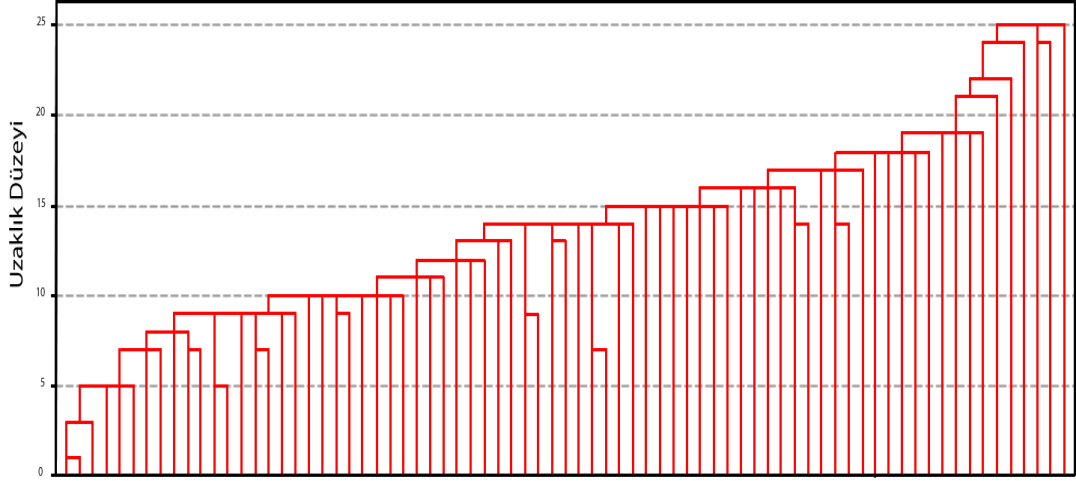
Çizelge 3.16: Anadolu ve İtalyan mandalarının vücut özelliklerine göre TekBKY ile Kümelenmesi

Uzaklık Düzeyi	İrk	
	Anadolu	İtalyan
	Küme Sayısı	Küme Sayısı
5-10	42	41
10-15	19	18
15-20	7	7
20-25	4	5

Sekil 3.1 ve Sekil 3.2’deki dendrogramlar ve Çizelge 3.16’teki Tek Bağlantı Kümleme Yöntemine ilişkin analiz sonuçları incelendiğinde Anadolu mandalarının 20-25 uzaklık düzeyinde 4, İtalyan mandalarının ise 5 kümeye ayrıldığı görülmektedir. Bu bulgular Anadolu ve İtalyan mandalarının farklı uzaklık düzeylerinde benzer küme sayılarına bölündüklerini göstermektedir.



Şekil 3.1: Anadolu mandalarının vücut özelliklerine göre TekBKY ile kümelenmesine ait dendrogram



Şekil 3.2: İtalyan mandalarının vücut özelliklerine göre TekBKY ile kümelenmesine ait dendrogram

3.3.1.2. Ortalama Bağlantı Kümeleme Yöntemi

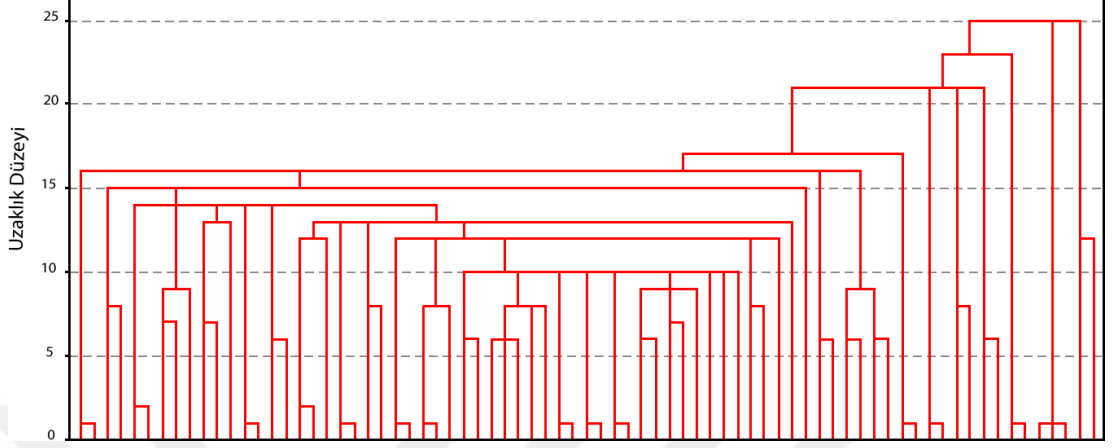
Anadolu ve İtalyan mandalarının vücut özelliklerine göre Ortalama Bağlantı Kümeleme Yöntemi (Average Linkage Cluster Analysis) ile kümelenmesinde uzaklık ölçütü olarak Öklit uzaklık ölçütü kullanılmıştır. Analiz sonuçları ve dendrogramlar aşağıda verilmiştir.

Çizelge 3.17: Anadolu ve İtalyan mandalarının vücut özelliklerine göre OrtBKY ile Kümelenmesi

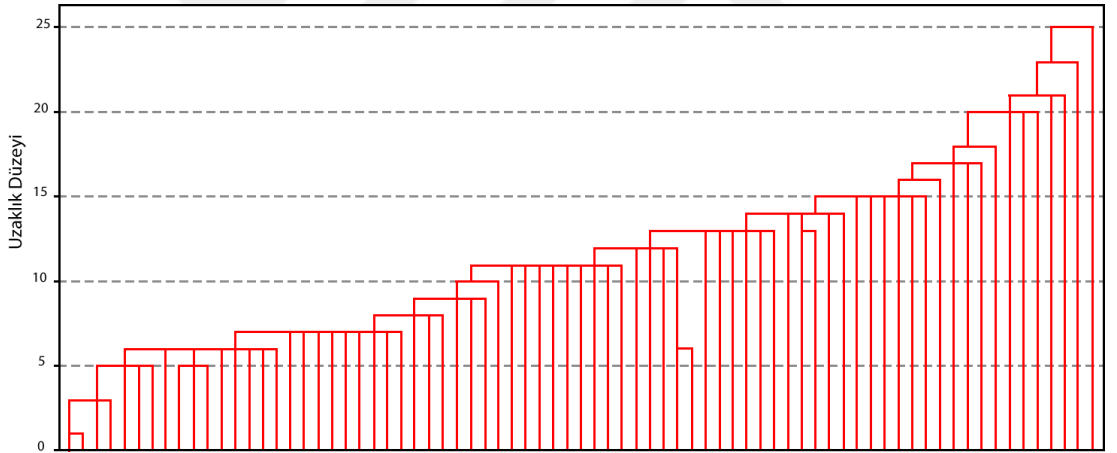
Uzaklık Düzeyi \ Irk	Anadolu	İtalyan
	Küme Sayısı	Küme Sayısı
5-10	48	50
10-15	18	30
15-20	7	8
20-25	3	3

Sekil 3.3 ve Sekil 3.4'teki dendrogramlar ve Çizelge 3.17'daki analiz sonuçları incelendiğinde, 20-25 uzaklık düzeyinde Anadolu ve İtalyan mandaları 3 kümeye ayrıldığı görülmektedir. Bu bulgulara göre birimler arasındaki farklı uzaklık

düzeylerinde Anadolu ve İtalyan mandalarının benzer küme sayılarına bölündüklerini göstermektedir.



Şekil 3.3: Anadolu mandalarının vücut özelliklerine göre OrtBKY ile kümelenmesine ait dendrogram



Şekil 3.4: İtalyan mandalarının vücut özelliklerine göre OrtBKY ile kümelenmesine ait dendrogram

3.3.1.3. Tam Bağlantı Kümeleme Yöntemi

Anadolu ve İtalyan mandalarının vücut özelliklerine göre Tam Bağlantı Kümeleme Yöntemi (Complete Linkage Cluster Analysis) ile kümelenmesinde uzaklık ölçütü olarak Öklit uzaklık ölçütü kullanılmıştır. Analiz sonuçları ve dendrogramlar aşağıda verilmiştir.

Çizelge 3.18: Anadolu ve İtalyan mandalarının vücut özelliklerine göre TamBKY ile kümelenmesi

Uzaklık Düzeyi	İrk	Anadolu	İtalyan
		Küme Sayısı	Küme Sayısı
5-10		23	23
10-15		12	16
15-20		5	4
20-25		2	2

Tam Bağlantı Kümeleme Yöntemine ilişkin dendrogramlar (Şekil 3.5 ve Şekil 3.6) ve analiz sonuçları (Çizelge 3.18) incelendiğinde, 20-25 uzaklık düzeyinde Anadolu ve İtalyan mandalarının 2 kümeye ayrıldığı görülmektedir. Birimler arasındaki uzaklık düzeyi azaldıkça Anadolu ve İtalyan ırklarında küme sayısının benzer şekilde arttığı görülmektedir.

Tam Bağlantı Kümeleme Yöntemine ile kümelemeye ilişkin 15-20 uzaklık düzeyinde Anadolu mandalarının 5, İtalyan mandalarının ise 4 kümeye ayrılması ile ilgili bazı tanıtıcı istatistikler ile kümelerin karşılaştırılmasına ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 3.19’de verilmiştir.

Çizelge 3.19’deki her bir ırka ait kümelerdeki hayvan sayısı incelendiğinde, Anadolu ırkında 1. kümede mandaların %58,66’si, 2. kümede %2,66’si, 3. kümede %9,33’ü, 4. kümede %21,33’ ü ve 5. kümede %8,00’ nın toplandığı görülmektedir. İtalyan ırkında ise 1. kümede mandaların %44,00’ü, 2. kümede %25,33’ü, 3. kümede %13,33’ü ve 4. kümede %17,33’ü kümede toplanmıştır.

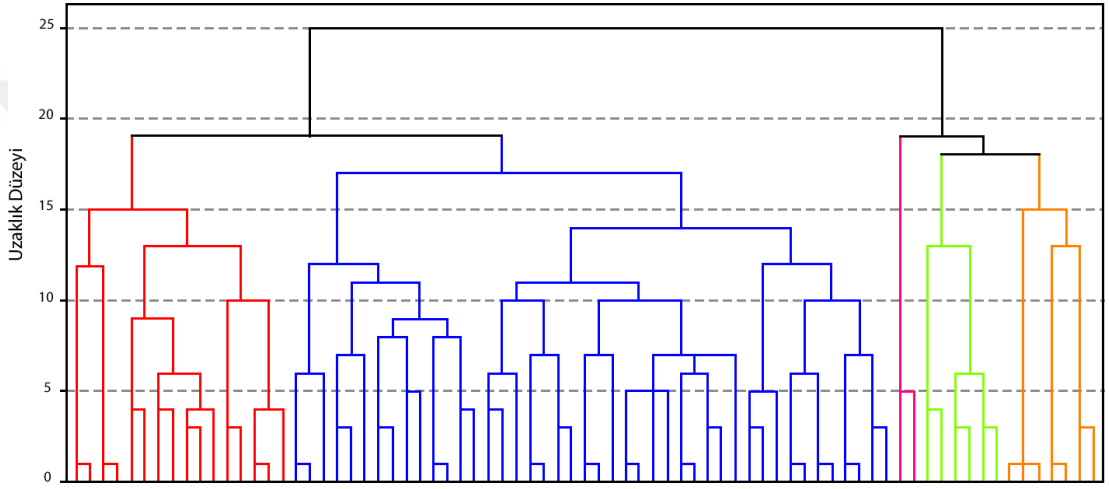
Çizelge 3.19’de verilen küme ortalamaları ve kümelerin karşılaştırılmasına ilişkin bulgulara göre, Anadolu mandalarında genel olarak vücut ölçülerine ait ortalama değerlerinin en düşük olduğu küme 1. küme ve en yüksek olduğu küme de 2. kümedir. 1. kümede arka meme yüksekliği diğer kümelere göre daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca 2. kümede arka meme yüksekliği ve vücut uzunluğu ortalamaları diğer kümelere göre daha düşük bulunmuştur. Kümelere ilişkin ortalamalar arasındaki farklar önemli bulunmuştur.

Çizelge 3.19: Anadolu ve İtalyan mandalarının vücut özelliklerinin TamBKY ile kümelenmesine ilişkin tanıttıcı istatistikler

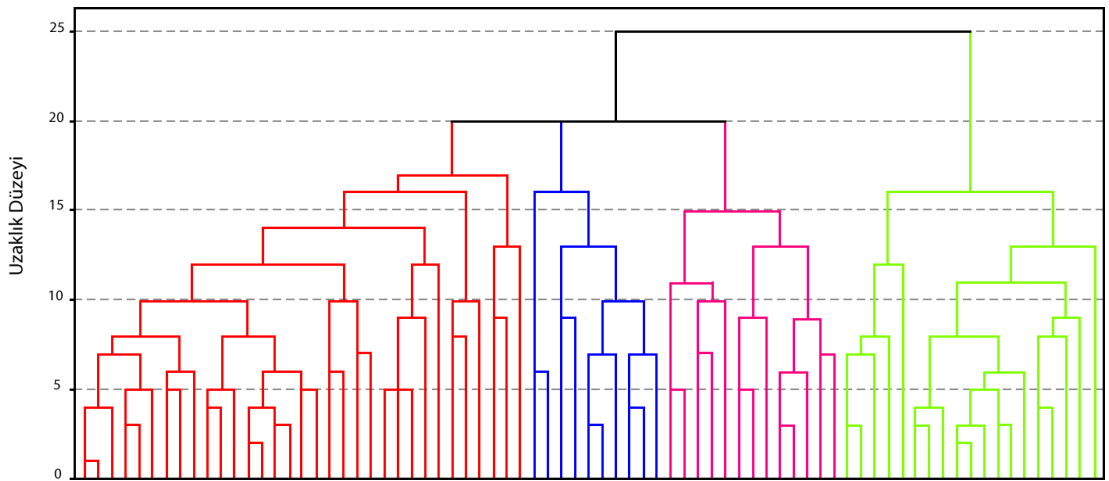
İrk	Kümeler	n	%	CY	GG	BD	VU	ÖY	SG	ÖMBU	AMY	KYG	CA
Anadolu	1. Küme	44	58,66	130,12c	26,00c	76,31b	143,64b	3,75c	20,97c	3,78c	15,49a	57,44b	578,18c
	2. Küme	2	2,66	146,65a	26,09bc	81,87ab	129,99c	6,05a	29,96a	6,27a	7,52b	62,16a	653,50ab
	3. Küme	7	9,33	131,01c	24,93c	84,73a	149,46ab	4,50bc	22,52c	7,08a	13,91a	63,66a	694,06a
	4. Küme	16	21,33	137,67b	27,30b	77,35b	143,65abc	3,75bc	24,96b	4,42b	15,23a	56,31b	623,11b
	5. Küme	6	8,00	135,65b	32,28a	85,57a	152,06a	4,59ab	25,20b	3,92bc	15,48a	58,01b	727,57a
	p			***	***	***	*	**	***	***	*	***	***
İtalyan	1. Küme	33	44,00	134,97b	27,67	77,29a	147,67c	5,03a	26,03bc	5,38b	15,30bc	62,71b	670,24b
	2. Küme	19	25,33	129,12c	27,00	72,52b	148,88c	4,49ab	25,23c	4,98bc	17,65a	59,48c	625,57c
	3. Küme	10	13,33	137,82a	26,53	75,42ab	162,75a	4,89ab	27,51ab	6,11a	17,20ab	66,40a	733,82a
	4. Küme	13	17,33	136,32ab	28,24	75,53a	156,69b	4,01b	28,04a	4,71c	13,17c	65,10a	693,76b
	p			***	0,333	**	***	*	**	**	**	***	***

*: p<0,05 **: p<0,01 ***: p<0,001 a, b, c, d, e: Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklar önemlidir.

İtalyan mandalarının vücut ölçütlerine göre Tam Bağlantı Kümeleme Yöntemine ile kümelenmesinde göğüs genişliğinin etkisi bulunmazken diğer vücut ölçülerine ilişkin ortalamalar önemli bulunmuştur. İtalyan mandalarında genel olarak vücut ölçülerine ait ortalama değerlerinin en düşük olduğu küme 2. küme ve en yüksek olduğu küme de 3. kümedir. 2. kümede ökçe yüksekliği ve arka meme yüksekliği ortalamaları diğer kümelerle göre daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca 3. kümede beden derinliği ve ökçe yüksekliği ortalamaları diğer kümelerle göre daha düşük bulunmuştur. Bu bulgular Anadolu ve İtalyan mandalarının farklı uzaklık düzeylerinde benzer küme sayılarına bölündüklerini göstermektedir



Şekil 3.5: Anadolu mandalarının vücut özelliklerine göre TamBKY ile kümelenmesine ait dendrogram



Şekil 3.6: İtalyan mandalarının vücut özelliklerine göre TamBKY ile kümelenmesine ait dendrogram

3.3.1.4. En Küçük Varyans (Ward) Kümeleme Yöntemi

Anadolu ve İtalyan mandalarının vücut özelliklerine göre En Küçük Varyans (Ward) Kümeleme Yöntemi ile kümelenmesinde uzaklık ölçütü olarak Karesel Öklit kullanılmıştır. Analiz sonuçları ve dendrogramlar aşağıda verilmiştir.

Çizelge 3.20: Anadolu ve İtalyan mandalarının vücut özelliklerine göre Ward ile kümelenmesi

Uzaklık Düzeyi	Irk	
	Anadolu	İtalyan
	Küme Sayısı	Küme Sayısı
5-10	7	5
10-15	4	3
15-20	3	2
20-25	2	2

Ward Kümeleme Yöntemine ait dendrogramlar (Şekil 3.7 ve Şekil 3.8) ve analiz sonuçları (Çizelge 3.21) incelendiğinde, 20-25 uzaklık düzeyinde Anadolu ve İtalyan mandalarının 2 kümeye ayrıldığı görülmektedir. Birimler arasındaki uzaklık düzeyi azaldıkça Anadolu ırkının İtalyan ırkına göre küme sayısının daha fazla arttığı görülmektedir.

Ward kümeleme yöntemine ilişkin 15-20 uzaklık düzeyinde Anadolu mandalarının 3, İtalyan mandalarının ise 2 kümeye ayrılması ile ilgili bazı tanıttıcı istatistikler ile kümelerin karşılaştırılmasına ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 3.21’de verilmiştir.

Çizelge 3.21’deki her bir ırka ait kümelerdeki hayvan sayısı incelendiğinde, Anadolu mandalarında 1. kümede mandaların %44,00’ ü, 2. kümede %14,67’si ve 3. kümede %41,33’nin toplandığı görülmektedir. İtalyan mandalarında ise 1. kümede mandaların %38,67’si ve 2. kümede %61,33’ ü toplanmıştır.

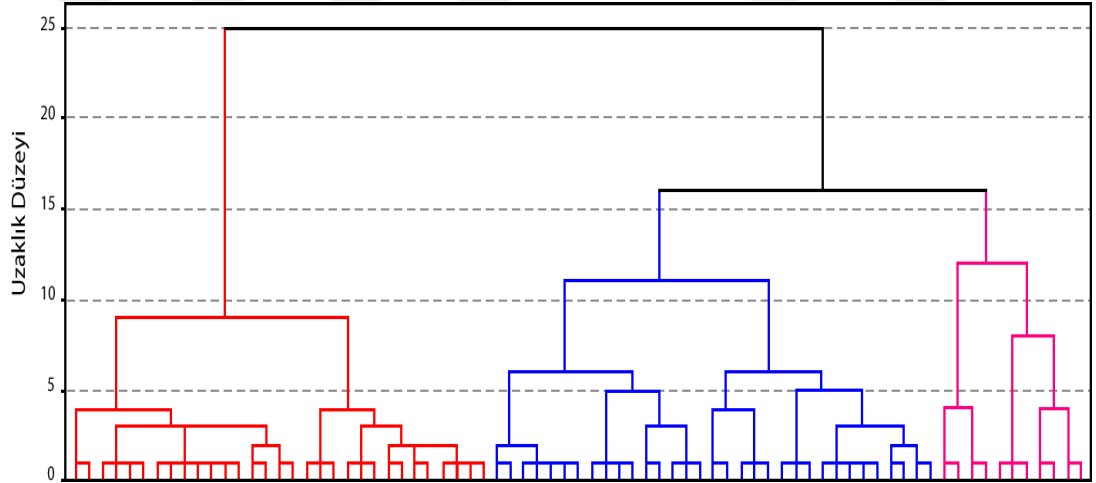
Çizelge 3.21: Anadolu ve İtalyan mandalarının vücut özelliklerinin Ward ile kümelenmesine ilişkin tanıtıcı istatistikler

İrk	Kümeler	n	%	CY	GG	BD	VU	ÖY	SG	ÖMBU	AMY	KYG	CA
Anadolu	1. Küme	33	44,00	134,39a	28,49a	79,47b	144,52	4,39a	23,10a	4,10b	16,00a	57,75b	636,99a
	2. Küme	11	14,67	135,69a	25,87b	82,63a	144,19	4,67a	24,85a	6,49a	11,23b	62,37a	659,35a
	3. Küme	31	41,33	129,84b	25,03b	75,30c	144,58	3,22b	21,13b	3,74b	15,45a	56,60b	569,90b
	p			***	***	***	0,994	***	**	***	***	***	***
İtalyan	1. Küme	29	38,67	137,16	27,57	75,64	157,09	4,68	27,85	5,66	14,92	64,89	717,73
	2. Küme	46	61,33	132,17	27,37	75,46	148,06	4,71	25,43	5,00	16,32	61,48	642,32
	p			***	0,737	0,867	***	0,908	***	**	0,103	***	***

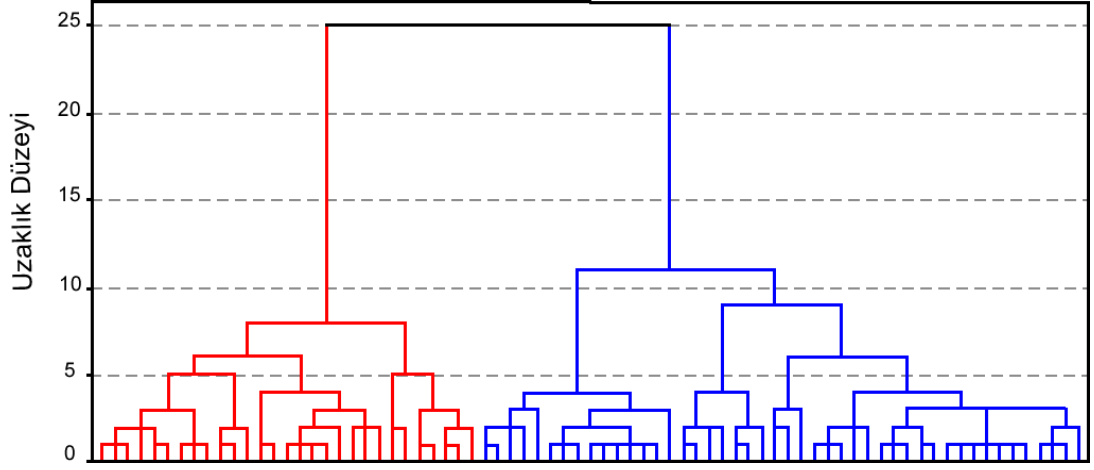
*: p<0,05 **: p<0,01 ***: p<0,001 a, b, c, d, e: Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklar önemlidir.

Çizelge 3.21’de verilen küme ortalamaları ve kümelerin karşılaştırılmasına ilişkin bulgulara göre, Anadolu mandalarında genel olarak vücut ölçülerine ait ortalama değerlerinin en düşük olduğu küme 3. küme ve en yüksek olduğu küme de 2. kümedir. 3. kümede arka meme yüksekliği diğer kümelere göre daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca 2. kümede arka meme yüksekliği ve göğüs genişliği ortalamaları diğer kümelere göre daha düşük bulunmuştur. Anadolu mandalarının vücut ölçütlerine göre Ward kümeleme yöntemi ile kümelенmesinde vücut uzunluğunun etkisi bulunmazken diğer vücut ölçülerine ilişkin ortalamalar önemli bulunmuştur.

İtalyan mandalarının vücut ölçütlerine göre Ward kümeleme yöntemi ile kümelенmesinde göğüs genişliği, beden derinliği, ökçe yüksekliği ve arka meme yüksekliğinin etkisi bulunmazken diğer vücut ölçülerine ilişkin ortalamalar önemli bulunmuştur. İtalyan mandalarında genel olarak vücut ölçülerine ait ortalama değerlerinin en düşük olduğu küme 2. küme ve en yüksek olduğu küme ise 1. kümedir.



Şekil 3.7: Anadolu mandalarının vücut özelliklerine göre Ward ile kümelенmesine ait dendrogram



Şekil 3.8: İtalyan mandallarının vücut özelliklerine göre Ward ile kümelenmesine ait dendrogram

3.3.1.5. Aşamalı Kümeleme Yöntemlerine İlişkin Özet İstatistikler

Anadolu ve İtalyan mandaların vücut ölçülerine göre sınıflandırılmasına yönelik yukarıda uygulanan Aşamalı Kümeleme Yöntemleri sonucu belirlenen küme sayıları ve küme üyelik kodları kullanılarak yapılan Ayırma Analizine göre elde edilen doğru sınıflandırılma oranları özet olarak Çizelge 3.22’de verilmiştir.

Ayırma Analizi ile elde edilen doğru sınıflandırma oranları verilen Çizelge 3.22’deki bulgulara göre, vücut ölçülerine göre Anadolu mandaları 5 kümeye İtalyan mandaları ise 2 kümeye ayrıldığında en yüksek doğru sınıflama oranları (DSO) elde edilmiştir.

Çizelge 3.22: Aşamalı kümeleme yöntemlerine ilişkin özet istatistikler

Kümeleme Yöntemi	Anadolu		İtalyan	
	Küme sayısı	DSO	Küme sayısı	DSO
Tam Bağlantı Kümeleme Yöntemi	5	96,00	4	84,00
Ward Kümeleme Yöntemi	3	90,70	2	93,30

4. TARTIŞMA

Bu çalışmada yaşa göre düzeltilmiş canlı ağırlık değeri Anadolu mandaları için 612,54 kg ve İtalyan mandaları için 671,48 kg olarak hesaplanmıştır. İtalyan mandaları için elde edilen ortalama canlı ağırlık değerleri, Anadolu mandaları için elde edilen değerlerden önemli düzeyde yüksektir. Anadolu mandaları için verilen değer, Soysal vd. (2007) yaptıkları çalışmada elde ettikleri sonuçtan 94,00 kg fazla olmakla beraber şekerden (2016) ve Negretti vd. (2008) yaptıkları çalışmalarda bulunan canlı ağırlıklar ile uyushmaktadır. İtalyan mandaları için bulunan değer Borghese (2005) ve Rezende (2017) tarafından yapılan çalışmalarda bulunan canlı ağırlık değerlerinden yüksek bulunmuştur.

Gürçan vd. (2011) yaptıkları çalışmada Anadolu mandalarında cidago yüksekliği 137,30 cm, vücut uzunluğu 135,40 cm, beden derinliği 67,20 cm, sağrı genişliği 31,10 cm, kalça yumru genişliği 57,70 cm ve göğüs genişliğini 40,00 cm olarak bulmuşlardır. Bu çalışmada ise Anadolu mandalarının vücut ölçülerinin yaşa göre düzeltilmiş ortalama değerleri cidago yüksekliği için 132,70 cm, vücut uzunluğu 144,05 cm, beden derinliği 78,21 cm, sağrı genişliği 22,54 cm, kalça yumru genişliği 57,95 cm ve göğüs genişliği 26,68 cm olarak bulunmuştur. Kök (1996) yaptığı çalışmada mandaların cidago yüksekliğini 133,14 cm, vücut uzunluğu 142,43 cm, beden derinliği 71,10 cm, sağrı genişliği 27,78 cm, kalça yumru genişliği 56,52 cm ve göğüs genişliği 41,56 cm olarak bulmuştur. Bu sonuçlara göre cidago yüksekliği, sağrı genişliği ve göğüs genişliği yapılan diğer iki çalışmada bulunan sonuçlardan düşük, vücut uzunluğu, beden derinliği ve kalça yumru genişliği ise yüksek bulunmuştur.

Bu çalışmada İtalyan mandalarının vücut ölçüleri için bulunan değerler; cidago yüksekliği 134,10 cm, beden derinliği 75,52 cm, vücut uzunluğu 151,55 cm, ökçe yüksekliği 4,70 cm, ön meme başı uzunluğu 5,25 cm, arka meme yüksekliği 15,78 cm, kalça yumru genişliği 62,80 cm şeklindedir. Rezende (2017) yaptığı çalışmada Jafarabadi, Murrah ve Akdeniz mandası için sırası ile cidago yüksekliğini 141,73 cm,

133,31 cm, 134,63 cm ve vücut uzunluğunu 161,21 cm, 147,00 cm, 151,60 cm olarak bulmuştur. Bu çalışma ile benzer şekilde İtalyan mandalarının vücut ölçüleri Akdeniz mandası gibi Jafarabadi mandasından küçük, Murrah mandasından ise büyüktür. Negretti vd. (2008) yaptıkları çalışmada bu çalışmaya paralel olarak cidago yüksekliği, vücut uzunluğu ve beden derinliğini benzer şekilde bulmuşlardır. Campanile vd. (2003) yaptıkları çalışmada ise mandaların cidago yüksekliğini ve beden derinliğini bu çalışmaya göre yüksek, vücut uzunluğu, kalça yumru genişliği, arka meme yüksekliği ve ökçe yüksekliğini küçük olarak bulmuşlardır.

Vücut ölçüleri bakımından Anadolu ve İtalyan ırklarının karşılaştırılması sonucunda, İtalyan ırkının beden derinliği dışındaki diğer bütün ölçüler açısından Anadolu ırkından önemli düzeyde büyük olduğu görülmektedir.

Bu araştırmada, Anadolu ve İtalyan mandalarının vücut ölçüleri açısından yaşa göre karşılaştırılmış ve Anadolu manda ırkında cidago yüksekliği, beden derinliği, sağrı genişliği ve canlı ağırlık üzerinde yaşın etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir. İtalyan manda ırkında ise cidago yüksekliği, beden derinliği, vücut uzunluğu, sağrı genişliği, ön meme başı uzunluğu, kalça yumru genişliği ve canlı ağırlık üzerinde yaşın etkisi önemli bulunmuştur.

Canlı ağırlık, hayvanların yaşam döngüsü boyunca üzerinde durulan bir özelliğidir. Canlı ağırlık, yemden yararlanma, gelişme süreci denetimi ve besi sonuçlarının değerlendirilmesi için en önemli kriter olarak kullanılmaktadır. Bu nedenle, canlı ağırlık tahmini ile ilgili araştırmaların sayısı artmaktadır.

Bu çerçevede, canlı ağırlık tahmini yapmak için hayvanın vücut ölçülerini kullanmak pek çok açıdan avantaj sağlayacaktır. Tariq vd. (2013) e göre bir hayvanın vücut ağırlığının belirlenmesi, yem ihtiyacını hesaplamak, büyümeyi izlemek, üreme yaşını belirlemek, pazarlama ağırlığını belirlemek ve nakit değerini tahmin etmek için gereklidir. Ancak küçük ve orta ölçekli manda sahipleri, vücut ağırlığını değerlendirirken göz yargısına güvenirlir. Bu nedenle çoğunlukla kaba ve yanlış canlı ağırlık tahminlerine dayanır. Vücut ağırlığı çeşitli genetik ve çevresel faktörlere

bağlıdır; Bunlardan ilki, vücut büyüklüğü ve üretkenlikle de ilişkili olan diğer morfometrik özelliklerdir. Morfometrik ölçümler basit ve yürütülmesi kolaydır. Ayrıca hayvanın vücut ağırlığının makul bir doğrulukla tahmin edilmesine olanak tanır.

Hayvanların canlı ağırlığı, büyüme modeli ve günlük yönetim çalışması için en önemli özelliklerden biridir. Bu nedenle, kolayca elde edilebilen ve ucuza temin edilebilen metrik şerit kuralı kullanılarak doğrusal ölçümler gibi basit özelliklerden canlı ağırlığın tahmin edilmesi arzu edilir. Daha önceki araştırmacılar, bazı doğrusal vücut ölçümlerinden vücut ağırlığını tahmin etmek için kullanılabilecek regresyon denklemleri geliştirmişlerdir. Sığır (Das vd. 2002, Bozkurt 2006, Bhakat vd. 2008), keçi (Das vd. 1990), koyun (Kılıç 2008) ve domuzda (Brannaman vd. 1984) da birçok rapor mevcuttur.

Bununla birlikte, mandalarda canlı ağırlık ve doğrusal ölçümler arasındaki ilişki ile ilgili literatürdeki raporlar sınırlıdır. Bu nedenle, canlı ağırlığının vücut ölçümleriyle korelasyonu ve mandalarda vücut ölçümlerinden canlı ağırlığını tahmin etmek için regresyon denklemlerinin doğruluğunun ve kesinliğinin test edilmesi gerekir (Paul ve Das, 2012).

Bu çalışmanın amaçlarından biri olan “Anadolu ve İtalyan mandalarının bazı vücut ölçülerini kullanarak canlı ağırlık tahminini yapmak” için çoklu doğrusal regresyon analizi uygulanmıştır. Bu çalışmada, Anadolu ve İtalyan mandalarının yaşa göre düzeltilmiş ve düzeltilmemiş vücut ölçüleri kullanılarak yapılan canlı ağırlık tahminine ilişkin çoklu doğrusal regresyon analizine göre, her iki ırkın canlı ağırlığı üzerinde arka meme yüksekliğinin etkisi önemli değildir. Anadolu mandalarının canlı ağırlığı üzerindeki etkisi önemli bulunmayan kalça yumru genişliği ve ön meme başı uzunluğu, İtalyan mandalarının canlı ağırlığı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Buna karşılık, İtalyan mandalarının canlı ağırlığı üzerindeki etkisi önemli bulunmayan cidago yüksekliği, beden derinliği, ökçe yüksekliği ve sağrı genişliği Anadolu mandalarının canlı ağırlığı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir.

Anadolu ve İtalyan mandalarına ait vücut ölçüleri ile oluşturulan regresyon modelleri karşılaştırıldığında yaşa göre düzeltilmiş ve yaşa göre düzeltilmemiş modeller arasında önemli bir fark görülmemektedir.

Diğer taraftan, yapılan korelasyon analizi ve çoklu doğrusal regresyon analizine göre, vücut uzunluğu, Anadolu ve İtalyan ırkının canlı ağırlığı üzerinde en önemli etkiye sahip vücut ölçüsü olarak bulunmuştur. Bu sonuç, konuyla ilgili hayvancılık alanında yapılan ve aşağıda belirtilen çok sayıda çalışma ile paralellik göstermektedir.

Hayvancılık alanında yapılan araştırmalarda, vücut ölçüleri ile canlı ağırlıklar arasında anlamlı ilişkiler gözlenmiş olup en yüksek ilişkinin vücut uzunluğu ile olduğu pek çok araştırma (Özkaya, 2006; Johari vd., 2009; Tariq vd., 2013; Dhillod vd., 2017; Nicolas vd., 2018) tarafından ortaya konulmuştur. Bununla birlikte İslam vd. (1994), canlı ağırlık ile vücut ölçüleri arasındaki korelasyonların; türe, ırka, beslenme düzeyine, yaşa ve beden büyüklüğüne göre farklılık gösterebildiğini belirtmişlerdir.

Özkaya (2006) Holstein, Brown Swiss ve melez sığır ırklarının bazı vücut ölçüleri kullanılarak canlı ağırlık tahminine yönelik yaptığı diğer bir çalışmada canlı ağırlık ile en yüksek korelasyon katsayısı vücut uzunluğu ve göğüs çevresi değişkenleri arasında hesaplanmıştır.

Johari vd. (2009) yaptıkları çalışmada, Bataklik mandalarında canlı ağırlıkla bazı vücut ölçüleri arasındaki ilişkiler araştırılmıştır. Araştırmada, vücut ölçüleri arasındaki korelasyon katsayıları ile canlı ağırlık tahminine ilişkin çoklu doğrusal regresyon modeli belirlenmiş ve canlı ağırlık tahmininde, vücut uzunluğu ve göğüs çevresi ölçüsünün en uygun ölçüt olacağı belirtilmiştir. Benzer şekilde, Dhillod vd. (2017), Murrah mandalarının canlı ağırlık ve vücut ölçüleri arasındaki korelasyonları incelemişlerdir. Canlı ağırlıkla en yüksek korelasyona sahip değişkenlerin karın çevresi, kalça kemiği mesafesi ve vücut uzunluğu olduğunu belirtmiştir.

Tariq vd. (2013) yaptıkları çalışmada Pakistan'daki küçük ve orta ölçekli ticari süt üretim sistemlerinde Nili-Ravi mandalarının vücut ağırlığını belirlemede güçlükler ile karşılaşmaktadır. Bu nedenle, vücut ölçümleri ve vücut durumu puanlaması kullanılarak bu ırkın canlı ağırlığını tahmin etmenin uygulanabilir ve güvenilir bir yöntemi araştırılmıştır. Bu çalışma ile benzer şekilde canlı ağırlık ile en yüksek korelasyona sahip değişkenler göğüs çevresi ve vücut uzunluğu olarak bulunmuştur.

Bu çalışmada, Anadolu ve İtalyan mandaları, canlı ağırlık ve vücut ölçüleri kullanılarak araştırmalarda sık olarak uygulanan aşamalı kümeleme yöntemlerinden Tek Bağlantı, Ortalama Bağlantı, Tam Bağlantı ve Ward Kümeleme Yöntemleri incelenmiştir.

Araştırmada, uzaklık ölçütü olarak hayvancılık alanında yapılan çalışmalarda (Çelik, 1998; Gürcan ve Akçapınar, 2002) en sık kullanıma sahip olan Öklit ve Karesel Öklit uzaklık ölçütleri kullanılmıştır.

Her iki ırk için uygulanan aşamalı kümeleme yöntemlerinden Tek Bağlantı Kümeleme Yöntemi, Ortalama Bağlantı Kümeleme Yöntemi, Tam Bağlantı Kümeleme Yöntemi ve Ward Kümeleme Yöntemi ile kümeleme sonuçları karşılaştırıldığında, benzer küme sayısında uzaklık düzeylerinin en düşük olduğu yöntem Ward Kümeleme Yöntemi olurken, Tek ve Ortalama Bağlantı Kümeleme Yöntemi ise en yüksek uzaklık düzeyine sahip yöntemler olmuştur.

Aşamalı kümeleme yöntemlerinden Tek Bağlantı Kümeleme Yöntemi ve Ortalama Bağlantı Kümeleme Yöntemi, küme elemanları arasındaki en düşük uzaklık değeri temel alınarak kümelerin oluşturulması esasına dayanır (Koltan ve Patır, 2011). Bu sebeple mevcut verilerin kümelenmesinde uygun olmadıkları görülmektedir.

Tam Bağlantı Kümeleme Yönteminde vücut ölçülerine göre Anadolu mandaları 5, İtalyan mandaları ise 4 kümede toplanmaktadır. Ward Kümeleme Yönteminde ise Anadolu mandaları 3, İtalyan mandaları ise 2 kümede toplanmaktadır.

Anadolu ve İtalyan mandalarının vücut özelliklerine göre yapılan kümeleme analizlerinde Tek Bağlantı ve Ortalama Bağlantı Kümeleme Yöntemlerinde belirlenen küme sayıları benzerdir. Her bir mandanın hangi kümeye ait olduğunu gösteren küme üyelik kodları kullanılarak yeni veri yapısına uygulanan Ayırma analizi sonucunda, doğru sınıflandırılma oranı en yüksek kümeleme yöntemi Ward Kümeleme Yöntemi olmuştur.

Bu sonuçlar doğrultusunda, Anadolu ve İtalyan mandalarının vücut özelliklerine göre yapılan kümeleme analizlerinde en iyi sonuç, aşamalı kümeleme yöntemlerinden Ward ve Tam bağlantı Kümeleme Yöntemi olduğu ileri sürülebilir.

Tatlıdil (1996) sağlıklı sonuçlar üretilmesi açısından sık sık Tek Bağlantı kümeleme yönteminin tercih edilmesine rağmen işlem süresi açısından daha kullanışsız olduğuna dikkat çekmiştir. Ek olarak Tam Bağlantı Kümeleme Yöntemi, özellikle aynı kümedeki bireylerin mesafesi belirli bir değerden daha az olduğunda, tüm kümelerin sağlıklı bir şekilde oluşturulmasını garanti etmemektedir.

Kastelıc vd. (2005) yaptıkları çalışmada nesli tükenmekte olan Slovenya otokton Cika sığırlarında vücut ölçüleri ve vücut oranlarındaki değişiklikleri incelemişlerdir. Cika sığır popülasyonundaki fenotipik özelliklerin büyük değişkenliği nedeniyle hayvanlar üç gruba ayrıldı: Cika sığır tipi, yarı Cika tipi ve Pinzgauer tipi. Yarı Cika türü hayvanlar, Cika sığır türünden daha büyük, Pinzgauer türü hayvanlar ise semi-Cika türünden daha büyüktü. Pinzgauer tipi hayvanları objektif bir yöntemle bulmak için Kümeleme analizi yapılmıştır. En büyük hayvanların bulunduğu grupta, Pinzgauer tipi vücut oranlarına yönelik bazı eğilimler bulundu, ancak vücut oranları, sırasıyla bugün ve kırk altı yıl önceki Pinzgauer sığırlarının oranlarından ziyade Cika sığırlarının oranlarına daha çok benziyordu.

Takma vd. (2016) yaptıkları araştırmada 4496 adet Siyah Alaca inek, sürü, ilkinde buzağılama yaşı, laktasyon süresi ve 305 günlük süt verimi bakımından kümeleme yöntemi ile iki, üç ve dört kümeye gruplandırılmıştır. Siyah Alacaların kümelere ayrılmasında inceleme konusu özelliklerin istatistiksel olarak etkili oldukları

saptanmıştır ($P<0,01$). Yine bu özelliklere göre Siyah Alacaların üç farklı kümeye ayrıldığı ve bu üç kümenin istatistiksel olarak farklı olduğu belirlenmiştir ($P<0,01$). Siyah Alacaların doğru sınıflandırma oranı ise %98 olarak bulunmuştur. Süt veriminin en yüksek, ilkinde buzağılama yaşının en düşük ve ideal olan 305 günlük laktasyon süresine sahip üçüncü kümedeki Siyah Alacaların ıslah çalışmalarında kullanılması önerilmiştir.

Peters ve Martinelli (1989), mikroorganizmaların sınıflandırılmasından ve bunlar arasındaki benzerlik derecelerinden yararlanarak aşamalı Kümeleme analizi yöntemi üzerinde çalışmışlar ve çeşitli ülkelerdeki gen havuzlarının oluşturduğu büyük bir veri grubundan rastgele seçilen örnekler üzerinde Kümeleme analizi uygulamışlardır. Hastalıklara direnç de dahil olmak üzere kalitatif ve kantitatif özellikler kriter olarak alınmıştır. Ele alınan veri grubuna en yaygın olarak kullanılan tek bağlantı, tam bağlantı, ortalama bağlantı, merkezi ortalama bağlantı ve ortanca bağlantı kümeleme yöntemleri uygulanmıştır. Matris küçük olsa dahi, bireysel grupların çözümlenmesinde tek bağlantı ve ortanca bağlantı Kümeleme analizi yöntemleri arasında zayıf bir benzerlik ilişkisi bulunmuştur. Tam bağlantı kümeleme yöntemi ise gruplar arasında beklenen ilişkiyi yeterince kanıtlayamamıştır. Diğer yandan ortalama bağlantı ve merkezi ortalama bağlantı Kümeleme analizi yöntemlerinin, ülkeler arasındaki gen kaynakları bakımından beklenen mesafe ve kökenlerin sınıflandırılmasında oldukça başarılı oldukları belirtilmiştir.

Uygulanan aşamalı kümeleme yöntemlerine göre Anadolu mandalarının İtalyan mandalarına göre vücut özellikleri açısından daha heterojen bir yapıda olduğu belirlenmiştir. İtalyan ırkının düzenli bir ıslah çalışması ile elde edilmesi, Anadolu ırkının ise halk elinde böyle bir ıslah çalışmasına tabii tutulmamış olmasından dolayı, İtalyan ırkının vücut özellikleri bakımından daha homojen olması beklenen bir sonuçtur.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Afyonkarahisar ilinde bulunan bir işletmede yetiştirilen farklı yaşlardaki Anadolu ve İtalyan mandalarının, canlı ağırlık ve bazı vücut ölçüleri kullanılarak çok değişkenli istatistiksel yöntemler ile incelendiği bu araştırmada aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

Araştırmada, farklı yaş gruplarındaki Anadolu ve İtalyan mandalarının sağrı genişliği, ön meme başı uzunluğu, kalça yumru genişliği ve canlı ağırlık arasındaki farklar önemli bulunmuştur. Her bir yaş grubu için Anadolu mandalarının beden derinliği özelliğine ilişkin ortalamaları, İtalyan mandalarından daha yüksektir. Buna ek olarak, İtalyan mandaları incelenen diğer tüm vücut ölçüleri bakımından Anadolu mandalarına ilişkin ortalamalardan daha yüksektir.

Anadolu ırkına ilişkin cidago yüksekliği, beden derinliği, sağrı genişliği ve canlı ağırlık üzerinde yaşın etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir. İtalyan ırkında ise cidago yüksekliği, beden derinliği, vücut uzunluğu, sağrı genişliği, ön meme başı uzunluğu, kalça yumru genişliği ve canlı ağırlık özellikleri üzerinde yaşın etkisi önemli bulunmuştur.

Anadolu ırkının gerek yaşa göre düzeltilmemiş vücut ölçüleri gerekse yaşa göre düzeltilmiş vücut ölçüleri ile birlikte yapılan canlı ağırlık tahminine ilişkin çoklu doğrusal regresyon modeli üzerinde cidago yüksekliği, beden derinliği, vücut uzunluğu, ökçe yüksekliği ve sağrı genişliği değişkenlerinin etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir. İtalyan ırkında ise vücut uzunluğu, kalça yumru genişliği ve arka meme yüksekliğinin canlı ağırlık tahminindeki etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir.

Yaşa göre düzeltilmiş ve düzeltilmemiş vücut ölçüleri ile elde edilen regresyon modellerinde Anadolu ve İtalyan mandalarının canlı ağırlıkları üzerinde önemli etkiye sahip vücut ölçüleri değişmemiştir.

Araştırmada uygulanan aşamalı kümeleme yöntemlerinden Tek Bağlantı Kümeleme Yöntemi, Ortalama Bağlantı Kümeleme Yöntemi, Tam Bağlantı Kümeleme Yöntemi ve Ward Kümeleme Yöntemi ile kümeleme sonuçları karşılaştırıldığında, aynı uzaklık düzeyinde Tek Bağlantı ve Ortalama Bağlantı Kümeleme yöntemleri, Tam Bağlantı ve Ward Kümeleme Yöntemlerine göre her iki ırkı daha fazla sayıda kümeye ayırmıştır.

15-20 uzaklık düzeyinde; Tek Bağlantı Kümeleme Yönteminde Anadolu ve İtalyan mandalarının 7 kümede, Ortalama Bağlantı Kümeleme Yönteminde Anadolu mandalarının 7 ve İtalyan mandalarının 8 kümede, Tam Bağlantı Kümeleme Yönteminde Anadolu mandalarının 5 ve İtalyan mandalarının 4 kümede, Ward Kümeleme Yönteminde ise Anadolu mandaları 3, İtalyan mandaları ise 2 kümeye ayrıldığı görülmektedir.

Aşamalı kümeleme yöntemlerinden Tek Bağlantı Kümeleme Yöntemi ve Ortalama Bağlantı Kümeleme Yöntemine ilişkin bulgular ve dendrogramlar incelendiğinde, Anadolu ve İtalyan mandalarının çok büyük bir bölümünün tek kümede toplandığı görülmektedir.

Belirlenen küme üyeliklerine uygulanan Ayırma analizi sonuçlarına göre en yüksek doğru sınıflama oranı Anadolu mandasında %96 ile Tam Bağlantı Kümeleme Yöntemi olmuştur. Elde edilen 5 kümenin elemanlarının %58,66'sı birinci kümede, %21,33'ü dördüncü kümededir. Anadolu mandalarında genel olarak vücut ölçülerine ait ortalama değerlerinin en düşük olduğu küme 1. küme ve en yüksek olduğu küme de 2. kümedir. İtalyan mandalarının Ward Kümeleme Yöntemi ile kümelenmesinde doğru sınıflama oranı %93,30 bulunmuştur. Elde edilen 2 kümede mandaların %38,67'si birinci kümede, %61,33'ü ikinci kümede yer almıştır. Tam Bağlantı Kümeleme Yöntemi ile kümelemede tüm değişkenler etkili olmuşken, İtalyan mandalarının Ward Kümeleme Yöntemi ile kümelenmesinde göğüs genişliği, beden derinliği, ökçe yüksekliği ve arka meme yüksekliğinin anlamlı bir etkisi olmamıştır.

Uygulanan tüm aşamalı kümeleme yöntemlerine göre, Anadolu mandası fiziksel özelliklerine göre İtalyan mandasından daha heterojen olduğu görülmüştür. Yani fiziksel özellikler açısından İtalyan mandaları Anadolu mandalarına göre daha homojendir.

Araştırmanın amacı ile tutarlı olarak, yukarıdaki sonuçlar diğer disiplinlerde olduğu gibi hayvancılık bilimsel araştırmalarında çok değişkenli analizin kullanılmasının önemini göstermektedir.

Belirli bir ırk veya bölgedeki hayvanları araştırırken, canlı ağırlığı tahmin etmek için regresyon analizi ile oluşturulan modeli diğer ırk ve bölgelerdeki hayvanlara uygulamak genellikle mümkün değildir. Bu nedenle, canlı ağırlığa etki eden değişkenlerin düzeyini belirlemede, vücut ölçüleri sonuçlarını kullanarak canlı ağırlığı güvenilir bir düzeyde tahmin etmek için en uygun regresyon modelini oluşturmak önemlidir. Bununla beraber, vücut ölçüleri kullanılarak canlı ağırlık tahmini ile alakalı değişik ırk ve bölgeler için yapılacak araştırmalarda elde edilecek neticelerin, bu ve diğer araştırmalardan elde edilen neticeler ile karşılaştırılması gerek ırklar arasındaki değişiklikleri gerekse bölgesel değişikliklerin ortaya konulması bakımından yararlı olabilecektir.

Diğer taraftan araştırmada Anadolu ve İtalyan mandalarının kümelenmesine ilişkin bulgular, çok değişkenli analizlerin önemli bir konusu olan ve farklı disiplinlerde sık bir şekilde kullanılan Kümeleme analizinin, hayvancılık alanında uygulanmasıyla önemli sonuçlar elde edilebileceğini göstermektedir.

Araştırmada Anadolu ve İtalyan mandalarının kümelenmesine ait sonuçlar, çok değişkenli incelemelerin ehemmiyetli bir konusu olan ve değişik disiplinlerde sık bir biçimde kullanılan Kümeleme analizinin, hayvancılık alanında uygulanmasıyla önemli neticeler elde edilebileceğini göstermektedir.

Ek olarak Anadolu ve İtalyan mandaları gerekse farklı ırkların vücut ölçülerine göre kümelenmesini amaçlayan başka araştırmalarda uygulanacak kümeleme

yöntemlerinin, bu araştırmada uygulanan yöntemler ile karşılaştırılması konuyla ilgili literatüre katkı sağlayacaktır. Bununla birlikte, farklı ırklar üzerinde yapılacak araştırmalarda, Kümeleme analizi sonucunda elde edilen küme sayılarına göre vücut özellikleri bakımından hangi ırkın daha homojen veya heterojen bir yapıya sahip olduğu saptanabilecek ve her bir ırka ait alt grupların (kümelerin) morfolojik yapısı belirlenebilecektir.

Bu çerçevede, popülasyondaki bireylerin incelenen özellikler bakımından birbirlerine ne kadar uzakta ve yakında olduklarının gösterilmesi ve popülasyonun durumu hakkında bilgi vermesi açısından hayvancılık alanında yapılacak araştırmalarda Kümeleme analizinin uygulanması bilim evrenine önemli katkılar sağlayabilecektir.

6. Kaynaklar

- Akçapınar, H., Özbeyaz, C. (1999). Hayvan Yetiştiriciliği Temel Bilgileri. Kariyer Matbaacılık, Ankara.
- Aksel, M. (2015). İstanbul'da Yetiştirilen Anadolu Mandalarının Çeşitli Verim Özellikleri Bakımından Değerlendirilmesi ve Linear Tip Puanlaması Üzerine Bir Çalışma. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ.
- Akyıldız, M. (2006). Çok Değişkenli İstatistiklerin Kullanımı. Erişim: [https://www.istatistik.gen.tr/?p=9]. Erişim Tarihi: 07.03.21.
- Albayrak, A.S. (2006). Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri. Asil Yayın Dağıtım Ltd. Şti, Ankara.
- Albayrak, A.S. (2012). Çoklu Doğrusal Bağlantı Halinde En Küçük Kareler Tekniğinin Alternatifi Yanlı Tahmin Teknikleri ve Bir Uygulama. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 1(1), 105-126.
- Alpar, R. (2003). Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistiksel Yöntemlere Giriş 1. 2. Baskı, Nobel Basımevi, Ankara.
- Ashwini, J. P., Sanjay, P., Amipara, G. J., Lunagariya, P. M., Parmar, D. J., Rank, D. N. (2019). Prediction Of Body Weight Based On Body Measurements İn Crossbred Cattle. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci*, 8(03), 1597-1611.
- Bartocci, S., Tripaldi, C., Terramoccia, S. (2002). Characteristics Of Foodstuffs and Diets, and The Quanti-Qualitative Milk Parameters Of Mediterranean Buffaloes Bred İn Italy Using The İntensive System: An Estimate Of The Nutritional Requirements Of Buffalo Herds Lactating or Dry. *Livestock Production Science*, 77(1), 45-58.
- Berthouly, C., Rognon, X., Nhu Van, T., Berthouly, A., Thanh Hoang, H., Bed'hom, B., Maillard, J.C. (2010). Genetic And Morphometric Characterization Of A Local Vietnamese Swamp Buffalo Population. *Journal Of Animal Breeding And Genetics*, 127(1), 74-84.
- Bhakat, M., Singh, C., Chowdhry, N.R. (2008). Prediction Of Body Weight On The Basis Of Body Measurements İn Karan Fries Cows And Murrah Buffaloes. *Indian Journal Of Animal Research*, 42(2), 116-118.
- Borghese, A. (2010). Development and Perspective Of Buffalo and Buffalo Market İn Europe and Near East. 9th World Buffalo Congress, Buenos Aires (pp. 25-28).
- Bozkurt, Y. (2006). Prediction Of Body Weight From Body Size Measurements İn Brown Swiss Feedlot Cattle Fed Under Small-Scale Farming Conditions. *Journal Of Applied Animal Research*, 29(1), 29-32.
- Bökeroğlu, Ö.Ç. (2010). Davranış Bilimlerinde İleri İstatistik. Erişim: [https://slideplayer.biz.tr/slide/16739905/]. Erişim Tarihi: 04.12.19.
- Brannaman, J.L., Christian, L.L., Rothschild, M.F., Kline, E.A. (1984). Prediction Equations For Estimating Lean Quantity İn 15-To 50-Kg Pigs. *Journal Of Animal Science*, 59(4), 991-996.

- Büyüköztürk, Ş. (2015). Sosyal Bilimler İçin Veri Analizi El Kitabı: İstatistik, Araştırma Deseni. Spss Uygulamaları ve Yorum. Pegem Yayıncılık, Ankara.
- Campanile, G., Di Palo, R., De Rosa, C., Peretti, V., Amante, L., Ciotola, F., Coletta, A. (2003). Preliminary Results On Mediterranean Italian Buffalo Morphometry. *Italian Journal of Animal Science*, 2(sup1), 337-339.
- Chatterjee, S., Hadi, A.S. (1988). Sensitivity Analysis In Linear Regression. John Wiley & Sons, Inc, New York.
- Cleff, T. (2019). Applied Statistics and Multivariate Data Analysis For Business and Economics. A Modern Approach Using SPSS, Stata, and Excel. Springer International Publishing, Germany.
- Cockrill, W.R. (1981). The Water Buffalo: A Review. *British Veterinary Journal*, 137(1), 8-16.
- Coşkun, F. (2008). Karayaka Kuzularında Çeşitli Karkas Özelliklerinin Çok Değişkenli İstatistiksel Analiz Yöntemleri Kullanılarak Yorumlanması. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara.
- Çankaya, S., Kayaalp, G.T. (2007). Estimation Of Relationship Between Live Weights and Some Body Measurements In German Farm X Hair Crossbred By Canonical Correlation Analysis. *Hayvansal Üretim*, 48(2).
- Çelik, B., Akçapınar, H. (2006). Ankara Keçisinin Tiftik Özellikleri Yönünden Kümeleme Analizi ile İncelenmesi. *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 46(1).
- Çokluk, Ö., Şekercioğlu, G., Büyüköztürk, Ş. (2012). Sosyal Bilimler İçin Çok Değişkenli İstatistik: SPSS ve LISREL Uygulamaları (Vol. 2). Pegem Akademi, Ankara.
- Das, K.S., Bhattacharya, T.K., Das, N. (2002). Correlation Of Body Measurements With Body Weight In Pregnant Crossbred Dairy Heifers. *Indian Journal Of Animal Research*, 36(2), 153-154.
- Das, N., Joshi, H. B., Bisht, G. S. (1990). Prediction Of Body Weight From Body Measurements In Barbari and Jamnapari Goats Reared Under Intensive Management System. *Indian Veterinary Journal*, 67(4), 347-351.
- Dhillod, S., Kar1, D., Patil, C.S., Sahu, S., Singh, N. (2017). Study Of The Dairy Characters Of Lactating Murrah Buffaloes On The Basis Of Body Parts Measurements. *Veterinary World*, EISSN: 2231-0916.
- Balding, D.J., Cressie, N.A.C., Fitzmaurice, G.M., Goldstein, H., Molenberghs, G., Scott, D.W., Smith, A.F.M., Tsay, R.S., Weisberg, S. (2011). Cluster Analysis. 5th Ed, King's College London, UK.
- Eyduran, E., Waheed, A., Tariq, M.M., Iqbal, F., Ahmad, S. (2013). Prediction Of Live Weight From Morphological Characteristics Of Commercial Goat In Pakistan Using Factor and Principal Component Scores In Multiple Linear Regression. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 23(6), Page: 1532-1540.

- Galib, I., Sumantri, C., Gunawan, A. (2017). Application Of Linear Body Measurement For Predicting Body Weight Of Swamp Buffalo. *Jurnal Ilmu Produksi Dan Teknologi Hasil Peternakan*, 5(1), 41-45.
- Gögebakan, M. (2017). Karma Dağılım Modelleri Kullanılarak Çok Değişkenli Veride Grup Yapılarının Belirlenmesi, Ayırıştırılması, Kümelenmesi ve Sınıflandırılması. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Kayseri.
- Günaşdı, N.E. (2014). Çok Değişkenli Çoklu Doğrusal Regresyon Analizinin İncelenmesi. Atatürk Üniversitesi. Fen Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum.
- Gürcan, E.K., Tuna, Y.T., Soysal, M.İ. (2011). Anadolu Mandallarının Çeşitli Vücut Ölçülerine Göre Morfometrik Karakterizasyonu. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 8(2), 143-152.
- Gürcan, İ. S., Akçapınar, H. (2002). Investigation Of The Live Weight, Body Measurements and Fiber Diameter Of The Deutsches Merinofleischschaf and Karacabey Merino Sheep Using Cluster Analysis. *Turkish Journal Of Veterinary and Animal Sciences*, 26(6), 1255-1261.
- Gürcü, Ö. (2014). Kümeleme Analizi. Erişim: [https://Prezi.Com/_Qvp7mj981sx/Kumeleme-Analizi], Erişim Tarihi: 14.11.2019.
- Höppner, F., Klawonn, F., Kruse, R., Runkler, T. (1999). Fuzzy Cluster Analysis: Methods For Classification, Data Analysis and Image Recognition. John Wiley & Sons Inc., 605 Third Avenue, NY 10158-0012, USA.
- Hutcheson, G.D., Sofroniou, N. (1999). The Multivariate Social Scientist: Introductory Statistics Using Generalized Linear Models. SAGE Publications Ltd, 6 Bonhill Street, London.
- İslam, M. M., Ahmed, N., Giasuddin, M., Khan, E. H. Sarker, N. R. (1994). Prediction Of Live Weight Of Cattle By Fitted Regression Lines. *Anim Jour, Sci.*, 23(2): 127-132.
- Javed, K., Mirza, R.H., Abdullah, M., Naseer, T., Akhtar, P.M. (2013). Studies On Linear Type Traits and Morphometric Measurements İn Nili Ravi Buffaloes Of Pakistan. *Buffalo Bull*, 32(2), 780-783.
- Johari, S., Kurnianto, E., Sutopo, S., Hamayanti, W.A. (2009). Multivariate Analy I On Phenotypic Trait Of Body Measurement İn Swamp Buffalo (Bubalus Bubalis). *Journal Of The Indonesian Tropical Animal Agriculture*, 34(4), 289-294.
- Kalita, R., Dandapat, A., Choudhury, K.B., Das, G.C., Goswami, R.N. (2010). Conformation Traits Of Swamp Buffalo Of Assam At Different Age Groups. *Indian Journal Of Animal Research*, 44(4), 300-302.
- Kastelic, M., Zan Lotric, M., Kompan, D. (2005). Linear Body Measurements Of Cika Cattle İn Comparison To Pinzgauer Cattle. *Acta Agriculturae Slovenica*, 86(2), 85-91.
- Kayaalp, G.T., Güney, M.Ç., Cebeci, Z. (2015). Çoklu Doğrusal Regresyon Modelinde Değişken Seçiminin Zootekniye Uygulanışı. *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 30(1), 1-8.

- Kayaalp, G.T., Yazgan, E., Şahinler, S., (2017). Aşamalı Kümeleme Analizi (Hierarchical Cluster Analysis) Yöntemlerinin Karşılaştırılmalı Olarak İncelenmesi. Conference Paper, January 2000.
- Kelgökmén, İ., Ünal, N. (2015). Some Morphometric Traits Of Anatolian Buffaloes. *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 55(2), 50-55.
- Kılıç, İ. (2008). Canlı Ağırlık ve Bazı Vücut Ölçüleri Kullanılarak Karayaka ve Bafra (Sakız X Karayaka G1) Koyunlarının Çok Değişkenli İstatistiksel Yöntemler ile İncelenmesi. Ankara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara.
- Kılıç, İ., Özbeyaz, C., Ünal, N. (2013). Karayaka ve Bafra (Sakız X Karayaka G1) Koyun Irklarının Ayrılmasında Diskriminant Analizinin Kullanılması. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 19(2).
- King, R.S. (2015). Cluster Analysis and Data Mining: An Introduction. Mercury Learning and Information, Dulles, Virginia.
- Koltan, Ş., Patır, S. (2011). Kümeleme Analizi ve Pazarlamada Kullanımı. *Akademik Yaklaşımlar Dergisi*, Cilt:2 Sayı:1.
- Kök, S., (1996). Marmara ve Karadeniz Bölgesinin Çeşitli İllerindeki Manda Popülasyonlarının Kimi Morfolojik ve Genetik Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. Tekirdağ Üniversitesi, Zootečni Anabilim dalı, Doktora Tezi, Tekirdağ.
- Manly, B. F., Alberto, J.A.N. (2016). Multivariate Statistical Methods: A Primer. Crc Press, Boca Raton.
- Mardia K.V., Kent, J.T., Bibby, J.M. (1989) Multivariate Analysis. 7 th ed., Academic Press, London.
- Montgomery, D.C., Peck, E.A., Vining, G.G. (2012). Introduction To Linear Regression Analysis (Vol. 821). John Wiley & Sons, U.S.A..
- Murtagh, F. (1983). A Survey Of Recent Advances In Hierarchical Clustering Algorithms. *Computer Journal*, 26(4): 354-359.
- Negretti, P., Bianconi, G., Bartocci, S., Terramoccia, S., Verna, M. (2008), Determination Of Live Weight and Body Condition Score In Lactating Mediterranean Buffalo By Visual Image Analysis. *Livestock Science* 113, 1–7.
- Nicolas, F.F.C., Saludes, R.B., Relativo, P.L.P., Saludes, T.A. (2018). Estimating Live Weight Of Philippine Dairy Buffaloes (*Bubalus Bubalis*) Using Digital Image Analysis. *Philippine Journal Of Veterinary and Animal Sciences*, 44(2), 129-138.
- Oğuzlar, A. (2006). Hane halkı Tipi ve Kır-Kent Ayırımının Diskriminant Analizi ile İncelenmesi. *Akdeniz İ.İ.B.F. Dergisi*, (11), 70-84.
- Önal, A.R. (2011). Görüntü İşleme Teknolojisinden Yararlanarak Sığır ve Mandalarda Morfometrik Parametrelerin Tahmininde Kullanılan Farklı Metotların Karşılaştırılması. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Tekirdağ.

- Özdamar, K. (2004). Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi (Çok Değişkenli Analizler). Kaan Kitabevi, Eskişehir.
- Özhan Dedeoğlu, A., (2021). Çok Değişkenli Analiz Yöntemleri. Erişim: [http://web.deu.edu.tr/upk15/docs/seminerSunumları/COK%20DEGISKENLI%20ANALIZ%20YONTEMLERI-DOC.%20DR.%20AYLA%20OZHAN%20DEDEOGLU.pdf]. Erişim Tarihi: 07.03.21.
- Özkaya, S. (2006). Besi Sığırlarında Sayısal Görüntü Analizi ile Canlı Ağırlık ve Karkas Performansının Tahmin Edilmesi ve Tahmin Modelleri ile Karşılaştırılması. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Isparta.
- Paul, S.S., Das, K.S. (2012). Prediction Of Body Weight From Linear Body Measurements In Nili-Ravi Buffalo Calves. *Journal Of Buffalo Science*, 1(1), 32-34.
- Rezende, M. P. G. D., Ferraz, P. C., Carneiro, P. L. S., Malhado, C. H. M. (2017). Phenotypic Diversity In Buffalo Cows Of The Jafarabadi, Murrah, and Mediterranean Breeds. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 52(8), 663-669.
- Rousseeuw, P.J., Kaufman, L. (1990). Finding Groups In Data. Hoboken: Wiley Online Library, 1.
- Sahin, M., Hamarat, B. (2002). G-10 Avrupa Birliği ve OECD Ülkelerinin Sosyoekonomik Benzerliklerinin Fuzzy Kümeleme Analizi ile Belirlenmesi. *International Conference In Economics*, 11-14.
- Sahinler, S. (2000). The Basic Principles Of Fitting Linear Regression Model By Least Squares Method. *Journal Of Agricultural Faculty*, 5(19), 57-73.
- Sajid, I. A., Babar, M. E., Javed, K. (2007). Genetic Diversity Of Nili-Ravi From Nili and Ravi Buffalo Breeds Of Pakistan. *Italian Journal Of Animal Science*, 6(Sup2), 314-317.
- Sakar, Ç.M., Ünal, İ., Okuroğlu, A., Coşkun, M.İ., Zulkadir, U. (2020). Prediction Of Live Weight From Chest Girth From Birth To 12 Months Of Age In Yerli Kara Cattle. *Black Sea Journal Of Agriculture*, 3(3), 200-204.
- Shine, P., Scully, T., Upton, J., Murphy, M.D. (2018). Multiple Linear Regression Modelling Of On-Farm Direct Water And Electricity Consumption On Pasture Based Dairy Farms. *Computers and Electronics In Agriculture*, 148, 337-346.
- Siddiqui, M.U., Lateef, M., Bashir, M.K., Bilal, M.Q., Muhammad, G., Mustafa, M.I. (2015). Estimation Of Live Weight Using Different Body Measurements In Sahiwal Cattle. *Pakistan Journal of Life & Social Sciences*, 13(1).
- Slinker, B.K., Glantz, S.A. (1988). Multiple Linear Regression Is A Useful Alternative To Traditional Analyses Of Variance. *American Journal Of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 255(3), R353-R367.
- Soysal, M. I., Tuna, Y. T., Gurcan, E. K., Ozkan, E., Kok, S., Castellano, N., Barone, C. M. A. (2007). Anatolian Water Buffaloes Husbandry In Turkey: Preliminary Results On Somatic Characterization. *Italian Journal Of Animal Science*, 6(sup2), 1302-1307.

- Soysal, M.İ., Aksel, M., Tuna, Y.T., Genç, S., Gürcan, E.K. (2016). İstanbul’da Yetiştirilen Anadolu Mandalarında Linear Tip Puanlaması Tekniğinin Oluşturulması. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13 (03).
- Sukri, A., Hajiriah, T.L., Jannah, H., Lukitasari, M. (2019). Cluster Analysis Of Lombok Island Local Buffalo (Bubalus Bubalis) Based On Principle Component Analysis (Pca). In *Journal Of Physics: Conference Series* (Vol. 1381, No. 1, P. 012007).
- Şahin, A., Ulutaş, Z., Yıldırım, A. (2013). Türkiye ve Dünya’da Manda Yetiştiriciliği. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, (8), 65-70.
- Şahinler, S. (2000). En Küçük Kareler Yöntemi ile Doğrusal Regresyon Modeli Oluşturmanın Temel Prensipleri. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5(1-2), 57-73.
- Şekerden, Ö. (2016). Her Yönüyle Manda. Erişim: [<https://docplayer.biz.tr/49568370-Her-yonuyle-manda-prof-dr-ozel-sekerden-antakya.html>]. Erişim Tarihi: 23.01.2021.
- Tabachnick, B.G., Fidell, L.S., Ullman, J.B. (2007). *Using Multivariate Statistics*. Ma: Pearson, Boston.
- Takma, Ç., İşçi Güneri, Ö., Akbaş, Y. (2016). Siyah Alacalar’ın K-Ortalamalı Kümeleme Yöntemi ile Sınıflandırılması. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 53(2), 147-151.
- Tariq, M., Younas, M., Khan, A. B., Schlecht, E. (2013). Body Measurements And Body Condition Scoring As Basis For Estimation Of Live Weight İn Nili-Ravi Buffaloes. *Pakistan Veterinary Journal*, 33(3).
- Tariq, M., Younas, M., Khan, A.B., Schlecht, E. (2013). Body Measurements and Body Condition Scoring As Basis For Estimation Of Live Weight İn Nili-Ravi Buffaloes. *Article İn Pakistan Veterinary Journal*, ISSN: 0253-8318.
- Tatlıdil, H. (1996). *Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistiksel Analiz*. Cem Web Ofset Ltd. Şti, Ankara.
- Topal, M., Eydurhan, E., Yağanoğlu, A.M., Sönmez, A., Keskin, S. (2010). Çoklu Doğrusal Bağlantı Durumunda Ridge ve Temel Bileşenler Regresyon Analiz Yöntemlerinin Kullanımı. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 41(1), 53-57.
- Tümer, E.İ., Birinci, A. (2011). Hayvancılık İşletmelerinde Süt Maliyetine Etki Eden Faktörlerin Analizi: Tokat İli Örneği. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 42(1), 35-39.
- Ünlükaplan, Y. (2008). Çok Değişkenli İstatistiksel Yöntemlerin Peyzaj Ekolojisi Araştırmalarında Kullanımı. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana.
- Vohra, V., Niranjan, S.K., Mishra, A.K., Jamuna, V., Chopra, A., Sharma, N., Jeong, D.K. (2015). Phenotypic Characterization and Multivariate Analysis To Explain Body Conformation İn Lesser Known Buffalo (Bubalus Bubalis) From North India. *Asian-Australasian Journal Of Animal Sciences*, 28(3), 311.

- Wangchuk, K., Wangdi, J., Mindu, M. (2018). Comparison and Reliability Of Techniques To Estimate Live Cattle Body Weight. *Journal Of Applied Animal Research*, 46(1), 349-352.
- Windusari, Y., Hanum, L., Nofyan, E., Kamal, M., Amsar, A. (2016). Characteristic Of Swamp Buffalo (*Bubalus Bubalis*) Pampangan At Ogan Komering Ilir, South Sumatera, Indonesia. *Animal Review*, 3(1), 10-21.
- Windusari, Y., Hanum, L., Pratama, R. (2016). Diversity and Kinship Of The Swamp Buffalo (*Bubalus Bubalis*) From Pampangan South Sumatra Based On Morphological Characteristics. *Sriwijaya Journal Of Environment*, 1(3), 53-57.
- Windusari, Y., Hanum, L., Setiawan, A., Pratama, R., Sari, D.P., Palupi, R. (2019). Kinship Of The Swamp Buffalo (*Bubalus Bubalis*) İn Tanjung Senai, Ogan Ilir, South Sumatra Based On Morphological Characteristics. In *Journal Of Physics: Conference Series* (Vol. 1282, No. 1, P. 012095).
- Yaz, H.F. (2014). Çok Değişkenli İstatistiksel Tekniklerden Kümeleme Analizi; Spss ile Bir Uygulama. Ders Notu.
- Yılmaz, A., Kara, M.A. (2019). Dünyada ve Türkiye’de Manda Yetiştiriciliğinin Durumu ve Geleceği. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 6(3), 356-363.
- Yücel, E. (2014). Basit Regresyon ve Korelasyon Analizi. Erişim: [<http://slideplayer.biz.tr/slide/3391269/>]. Erişim Tarihi:31.03.2021.

EKLER

Ek-1

Anadolu ve İtalyan Mandallarının Yaş ve Vücut Ölçülerine İlişkin Değişkenlere Ait Korelasyon Matrisleri

Anadolu ırkının yaş ve vücut ölçülerine ilişkin değişkenlere ait korelasyon matrisi

Değişkenler	Yaş	CY	GG	BD	VU	ÖY	SG	ÖMBU	AMY	KYG	CA
Yaş	1	0,000	0,001	0,000	0,000	-0,001	0,000	-0,001	0,001	0,000	0,000
CY	0,000	1	0,393	0,216	-0,114	0,215	0,620	0,271	-0,149	0,160	0,326
GG	0,001	0,393	1	0,241	-0,058	0,154	0,257	-0,124	0,053	0,054	0,237
BD	0,000	0,216	0,241	1	0,022	0,317	0,157	0,341	-0,090	0,255	0,596
VU	0,000	-0,114	-0,058	0,022	1	0,063	0,147	-0,006	0,068	0,208	0,367
ÖY	-0,001	0,215	0,154	0,317	0,063	1	0,059	0,352	-0,084	0,250	0,372
SG	0,000	0,620	0,257	0,157	0,147	0,059	1	0,363	-0,299	0,198	0,487
ÖMBU	-0,001	0,271	-0,124	0,341	-0,006	0,352	0,363	1	-0,247	0,480	0,424
AMY	0,001	-0,149	0,053	-0,090	0,068	-0,084	-0,299	-0,247	1	-0,197	0,087
KYG	0,000	0,160	0,054	0,255	0,208	0,250	0,198	0,480	-0,197	1	0,272
CA	0,000	0,326	0,237	0,596	0,367	0,372	0,487	0,424	0,087	0,272	1

İtalyan ırkının yaş ve vücut ölçülerine ilişkin değişkenlere ait korelasyon matrisi

Değişkenler	Yaş	CY	GG	BD	VU	ÖY	SG	ÖMBU	AMY	KYG	CA
Yaş	1	0,000	0,001	0,001	0,000	0,001	0,000	0,001	0,000	-0,001	0,000
CY	0,000	1	-0,148	0,428	0,321	0,049	0,308	0,300	-0,278	0,323	0,456
GG	0,001	-0,148	1	0,032	-0,082	-0,037	0,193	-0,123	-0,084	0,242	0,206
BD	0,001	0,428	0,032	1	-0,038	0,109	0,182	0,202	-0,060	0,089	0,210
VU	0,000	0,321	-0,082	-0,038	1	-0,193	0,252	0,131	0,049	0,391	0,440
ÖY	0,001	0,049	-0,037	0,109	-0,193	1	-0,092	0,254	0,066	-0,097	-0,038
SG	0,000	0,308	0,193	0,182	0,252	-0,092	1	0,173	-0,115	0,326	0,416
ÖMBU	0,001	0,300	-0,123	0,202	0,131	0,254	0,173	1	-0,017	0,065	0,318
AMY	0,000	-0,278	-0,084	-0,060	0,049	0,066	-0,115	-0,017	1	-0,240	-0,201
KYG	-0,001	0,323	0,242	0,089	0,391	-0,097	0,326	0,065	-0,240	1	0,488
CA	0,000	0,456	0,206	0,210	0,440	-0,038	0,416	0,318	-0,201	0,488	1

Ek-2**Anadolu ve İtalyan Mandallarının Canlı Ağırlık ve Vücut Ölçüleri Üzerinde Yaşın Etki Payının Hesaplanmasında Kullanılan Model**

$$Y_{ij} = \mu + b_j + \varepsilon_{ij}$$

Y_{ij} : j. Yaştaki i. Bireyin ölçüm değerleri

μ : Genel ortalama

b_j : j. Yaşın etki miktarı

ε_{ij} : Hata

μ için aşağıdaki eşitlik yazılır:

$$N(\mu) + n_1(b_1) + \dots + n_k(b_k) = Y_T$$

N: Toplam birey sayısı

N_k : k. yaş grubundaki birey sayısı

Y_T : Toplam ölçüm değeri

b_1 için aşağıdaki eşitlik yazılır:

$$n_1(\mu) + n_1(b_1) = Y_1$$

Y_1 : 1. Yaş grubundaki toplam ölçüm değeri

Bu eşitlik $n_1(\mu + b_1) = Y_1$ şeklinde düzenlenebilir. Buradan b_1 çekilerek 1. Yaş grubunun etki miktarı bulunur. Benzer şekilde diğer yaş gruplarının da etki miktarları hesaplanır. $\sum b_j = 0$ şartı altında en son yaş grubunun etki miktarı olan b_k aşağıdaki formül ile hesaplanabilir:

$$b_k = -(b_1 + b_2 + \dots + b_{k-1})$$