



**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



**CANLI AĞIRLIK VE BAZI VÜCUT ÖLÇÜLERİ KULLANILARAK
KARAYAKA VE BAFRA (SAKIZ X KARAYAKA G₁) KOYUNLARININ
ÇOK DEĞİŞKENLİ İSTATİSTİKSEL YÖNTEMLER İLE İNCELENMESİ**

İbrahim KILIÇ

**BİYOİSTATİSTİK ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ**

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Ceyhan ÖZBEYAZ**

2008 – ANKARA

**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**CANLI AĞIRLIK VE BAZI VÜCUT ÖLÇÜLERİ KULLANILARAK
KARAYAKA VE BAFRA (SAKIZ X KARAYAKA G₁) KOYUNLARININ
ÇOK DEĞİŞKENLİ İSTATİSTİKSEL YÖNTEMLER İLE İNCELENMESİ**

İbrahim KILIÇ

**BİYOİSTATİSTİK ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ**

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Ceyhan ÖZBEYAZ**

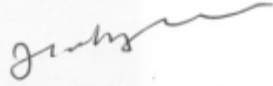
2008 – ANKARA

Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Biyoistatistik Doktora **Programı**

çerçevesinde yürütülmüş olan bu çalışma, aşağıdaki jüri tarafından
Doktora **Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 25/12/2008



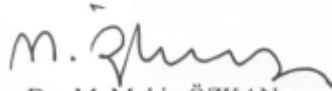
Prof. Dr. Halil AKÇAPINAR
Ankara Üniversitesi
Jüri Başkanı



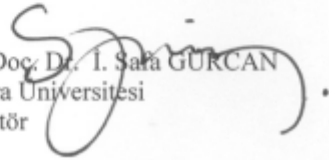
Prof. Dr. Ceyhan ÖZBEYAZ
Ankara Üniversitesi



Doç. Dr. Mehmet N. ORMAN
Ege Üniversitesi



Doç. Dr. M. Muhip ÖZKAN
Ankara Üniversitesi



Yrd. Doç. Dr. I. Sara GURCAN
Ankara Üniversitesi
Raportör

Ismail'e

İÇİNDEKİLER

Kabul ve Onay	ii
İçindekiler	iii
Önsöz	v
Simgeler ve Kısaltmalar	vi
Şekiller	vii
Çizelgeler	viii
1. GİRİŞ	1
1.1. Çoklu Doğrusal Regresyon Analizi	7
1.1.1. Çoklu Doğrusal Regresyonda Hipotez Testleri	11
1.1.2. Çoklu Belirleme Katsayısı	13
1.1.3. Çoklu Doğrusal Regresyona İlişkin Varsayımlar	14
1.2. Kümeleme Analizi	20
1.2.1. Uzaklık ve Benzerlik Ölçütleri	23
1.2.2. Kümeleme Yöntemleri	30
1.2.2.1. Aşamalı Kümeleme Yöntemleri	31
1.2.2.1.1. Tek Bağlantı Kümeleme Yöntemi	34
1.2.2.1.2. Tam Bağlantı Kümeleme Yöntemi	35
1.2.2.1.3. Ortalama Bağlantı Kümeleme Yöntemi	36
1.2.2.1.4. Ortanca Bağlantı Kümeleme Yöntemi	37
1.2.2.1.5. Merkezi Ortalama Bağlantı Kümeleme Yöntemi	38
1.2.2.1.6. En Küçük Varyans Kümeleme Yöntemi	38
1.2.2.2. Aşamalı Olmayan Kümeleme Yöntemleri	40
1.2.2.2.1. k-Ortalamalar Kümeleme Yöntemi	41
1.2.2.2.2. Medoid Kümeleme Yöntemi	43
1.2.2.2.3. Bulanık Kümeleme Yöntemi	45
1.2.3. Küme Sayısının Belirlenmesi	48
1.2.3.1. Küme Sayısının Belirlenmesinde Ayırma Analizinin Kullanılması	49
1.2.4. Hayvancılık Alanında Kümeleme Analizi İle İlgili Yapılan Araştırmalar	50
1.3. Vücut Ölçüleri ve Canlı Ağırlık Tahmini	56
1.4. Karayaka ve Bafra (Sakız x Karayaka G ₁) Koyunları	59

2. GEREÇ VE YÖNTEM	64
2.1. Gereç	64
2.1. Yöntem	65
3. BULGULAR	69
3.1. Karayaka ve Bafra Koyunlarına Ait Bazı İstatistikler	69
3.2. Karayaka ve Bafra Koyunlarının Canlı Ağırlık Tahminine İlişkin Bulgular	71
3.3. Kümeleme Analizine İlişkin Bulgular	77
3.3.1. Aşamalı Kümeleme Analizine İlişkin Bulgular	79
3.3.1.1. Tek Bağlantı Kümeleme Yöntemi	79
3.3.1.2. Ortalama Bağlantı Kümeleme Yöntemi	82
3.3.1.3. Tam Bağlantı Kümeleme Yöntemi	86
3.3.1.4. Aşamalı Kümeleme Yöntemlerine İlişkin Özet İstatistikler	91
3.3.2. Aşamalı Olmayan Kümeleme Analizine İlişkin Bulgular	92
3.3.2.1. k-Ortalamalar Kümeleme Yöntemi	92
3.3.2.2. Medoid Kümeleme Yöntemi	95
3.3.2.3. Bulanık Kümeleme Yöntemi	96
3.3.3. Aşamalı ve Aşamalı Olmayan Kümeleme Yöntemlerine İlişkin Özet İstatistikler	98
4. TARTIŞMA	100
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	108
ÖZET	113
SUMMARY	114
KAYNAKLAR	115
EKLER	123
EK-1.Karayaka ve Bafra Koyunlarının Yaş ve Vücut Ölçülerine İlişkin Değişkenlere Ait Çoklu Bağlantının İncelenmesi	123
EK-2.Karayaka ve Bafra Koyunlarının Yaş ve Vücut Ölçülerine İlişkin Değişkenlere Ait Korelasyon Matrisleri	125
EK-3.Karayaka ve Bafra Koyunlarının Yaş ve Vücut Ölçülerine İlişkin Değişkenlere Ait Student Türü Artık Grafikleri	126
EK-4.Karayaka ve Bafra Koyunlarının Canlı Ağırlık İle Vücut Ölçülerine İlişkin Değişkenlere Ait Saçılım Grafikleri	128
EK-5.Karayaka ve Bafra Koyunlarının Canlı Ağırlık ve Vücut Ölçüleri Üzerinde Yaşın Etki Payının Hesaplanmasında Kullanılan Model	131
EK-6.Karayaka ve Bafra Koyunlarına Ait Öklit Uzaklık Ölçüsü Matrisleri	132
EK-7.Karayaka ve Bafra Koyunlarının Vücut Ölçülerine Göre Bulanık Kümeleme Yöntemi İle Kümelenmesine İlişkin İstatistikler	133
EK-8. Karayaka ve Bafra Koyunlarının Canlı Ağırlık ve Bazı Vücut Ölçülerinin Irk ve Yaşa Göre Karşılaştırılmasına İlişkin İki Faktörlü Anova Sonuçları	135
ÖZGEÇMİŞ	136

ÖNSÖZ

Bilimsel araştırma sürecinin önemli bir basamağı olan veri analizi aşamasında kullanılacak istatistiksel yöntemlerin doğru bir şekilde seçilmesi ve araştırmanın amacına uygun olarak kullanılması elde edilen bulguların güvenilirliği ve geçerliği ile doğrudan ilintilidir. Araştırmalarda seçilen konuya ilişkin ele alınan olayların genellikle birçok etkenin etkisi altında olması, bütün değişkenlerin birlikte dikkate alınarak değerlendirilmesini gerektirmektedir. Böyle durumlarda, konuya ilişkin geçerli ve güvenilir sonuçlar elde edebilmek için istatistik biliminin önemli bir konusu olan çok değişkenli istatistiksel yöntemlerden yararlanılmaktadır.

Karayaka ve Bafra (Sakız x Karayaka G₁) koyunlarının canlı ağırlık ve bazı vücut ölçüleri kullanılarak çok değişkenli istatistiksel yöntemler ile incelenmesinin amaçlandığı bu çalışmada, genotiplerin vücut ölçülerine göre canlı ağırlık tahminini yapmak üzere çoklu doğrusal regresyon analizi uygulanmıştır. Bununla birlikte, Karayaka ve Bafra koyunları vücut ölçülerine göre aşamalı ve aşamalı olmayan kümeleme yöntemleri ile incelenmiştir.

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesi sürecinde pek çok kişinin emeği vardır. Öncelikle, çalışmanın yürütülmesi ve sonuçlandırılması aşamalarında titizlikle değerlendirmeler yaparak eleştiri ve önerileriyle yol gösterici olan ve hiçbir zaman desteğini esirgemeyen danışman hocam Sayın Prof. Dr. Ceyhan ÖZBEYAZ'a teşekkürü borç bilirim. Tez konusunun belirlenmesi, verilerin kullanılması ve diğer tüm aşamalarda bilgi, tecrübe ve profesyonelliğinden yararlandığım ve doktora eğitimimin başlangıcından itibaren yakın ilgi ve desteğini her zaman hissettiğim değerli hocam Sayın Prof. Dr. Halil AKÇAPINAR'a özellikle teşekkür ederim. Çalışmanın yöntemi ve uygulanan analizler çerçevesinde rehberlik yaparak görüş ve önerilerini benimle paylaşan Sayın Doç. Dr. M. Muhip ÖZKAN'a ve daha önce yaptıkları bir araştırmanın verilerini bu çalışmada kullanmama izin veren Sayın Doç. Dr. Necmettin ÜNAL ve Sayın Doç. Dr. Fatih ATASOY'a ayrıca teşekkür ederim. Diğer taraftan, başta Sayın Doç. Dr. Mehmet N. ORMAN olmak üzere doktora sürecinde bilgi, deneyim, motivasyon, materyal ve diğer fiziksel olanaklar açısından yardımlarını asla esirgemeyen Sayın Yrd. Doç. Dr. İ. Safa GÜRCAN ve Sayın Arş. Gör. Aytaç AKÇAY'a teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca, Sayın Prof. Dr. H. Nihat BİLGİN, Sayın Erdoğan ALBAYRAK, Sayın Yrd. Doç. Dr. Ayhan URAL ve Sayın Yrd. Doç. Dr. Bülent ÇELİK'in gerek lisans gerekse lisansüstü eğitim sürecinde üzerimde büyük emekleri olduğunu belirtmek isterim. Bununla birlikte, emeği geçen tüm meslektaşlarıma ve tabiki başta sevgili eşim Dr. Gonca KILIÇ ve biricik Oğlum M.Bilgen olmak üzere manevi ve maddi desteğini her an yanımda hissettiğim aileme sonsuz teşekkürler.

SİMGELER VE KISALTMALAR

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)
κ	: Durum/Koşul Sayısı (Özdeğerlerdeki yaygınlığın bir ölçüsü)
D	: Uzaklık Matrisi
S	: Benzerlik Matrisi
k	: Küme Sayısı
n	: Birim Sayısı
VIF	: Varyans Şişme Değeri
s.d.	: Serbestlik Derecesi
KT	: Kareler Toplamı
KO	: Kareler Ortalaması
AKO	: Artık Kareler Ortalaması
EP	: Etki Payı
SC	: Gölge İstatistiği veya Siluet Katsayısı (Sillhoutte Coefficient)
TekBKY	: Tek Bağlantı Kümeleme Yöntemi
OrtBKY	: Ortalama Bağlantı Kümeleme Yöntemi
TamBKY	: Tam Bağlantı Kümeleme Yöntemi
k-OrtKY	: k-Ortalamlar Kümeleme Yöntemi
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu

ŞEKİLLER

Şekil 1.1. Çok değişkenli bağımlı tekniklerin seçimi	6
Şekil 1.2. Çok değişkenli içbağımlı tekniklerin seçimi	7
Şekil 1.3. Artıklara ilişkin saçılım grafiklerine ait bazı örnekler	20
Şekil 1.4. Dendrogram (ağaç grafiği)	32
Şekil 1.5. TekBKY'ne ilişkin örnek dendrogram	35
Şekil 3.1. Karayaka koyunlarının vücut özelliklerine göre TekBKY ile kümelenmesine ait dendrogram	80
Şekil 3.2. Bafra koyunlarının vücut özelliklerine göre TekBKY ile kümelenmesine ait dendrogram	81
Şekil 3.3. Karayaka koyunlarının vücut özelliklerine göre OrtBKY ile kümelenmesine ait dendrogram	84
Şekil 3.4. Bafra koyunlarının vücut özelliklerine göre OrtBKY ile kümelenmesine ait dendrogram	85
Şekil 3.5. Karayaka koyunlarının vücut özelliklerine göre TamBKY ile kümelenmesine ait dendrogram	89
Şekil 3.6. Bafra koyunlarının vücut özelliklerine göre TamBKY ile kümelenmesine ait dendrogram	90

ÇİZELGELER

Çizelge 1.1. Çoklu doğrusal regresyon analizine ilişkin varyans analizi tablosu	12
Çizelge 1.2. Yaygın olarak kullanılan uzaklık ölçütleri	26
Çizelge 1.3. Yaygın olarak kullanılan benzerlik ölçütleri	27
Çizelge 2.1. Karayaka ve Bafra Koyunlarının Yaşlara Göre Dağılımı	64
Çizelge 2.2. Araştırmada kullanılan değişkenler	64
Çizelge 2.3. Gölge istatistiginin (SC) değerlendirme kriterleri	67
Çizelge 3.1. Karayaka ve Bafra koyunlarının canlı ağırlık ve bazı vücut ölçülerinin karşılaştırılması	69
Çizelge 3.2. Karayaka ve Bafra koyunlarının canlı ağırlık ve bazı vücut ölçülerinin yaşa göre karşılaştırılması	70
Çizelge 3.3. Karayaka koyunlarının vücut ölçüleri kullanılarak oluşturulan çoklu doğrusal regresyon analizine ilişkin varyans analizi sonuçları	73
Çizelge 3.4. Karayaka koyunlarının vücut ölçüleri kullanılarak oluşturulan çoklu doğrusal regresyon analizi sonuçları	73
Çizelge 3.5. Karayaka koyunlarının yaş ve vücut ölçüleri kullanılarak oluşturulan çoklu doğrusal regresyon analizine ilişkin varyans analizi sonuçları	73
Çizelge 3.6. Karayaka koyunlarının yaş ve vücut ölçüleri kullanılarak oluşturulan çoklu doğrusal regresyon analizi sonuçları	74
Çizelge 3.7. Bafra koyunlarının vücut ölçüleri kullanılarak oluşturulan çoklu doğrusal regresyon analizine ilişkin varyans analizi sonuçları	74
Çizelge 3.8. Bafra koyunlarının vücut ölçüleri kullanılarak oluşturulan çoklu doğrusal regresyon analizi sonuçları	75
Çizelge 3.9. Bafra koyunlarının yaş ve vücut ölçüleri kullanılarak oluşturulan çoklu doğrusal regresyon analizine ilişkin varyans analizi sonuçları	75
Çizelge 3.10. Bafra koyunlarının yaş ve vücut ölçüleri kullanılarak oluşturulan çoklu doğrusal regresyon analizi sonuçları	76
Çizelge 3.11. Karayaka ve Bafra Koyunlarının canlı ağırlık tahminine ilişkin çoklu doğrusal regresyon denklemleri	76
Çizelge 3.12. Karayaka ve Bafra koyunlarının canlı ağırlıkları ile yaş ve diğer vücut ölçüleri arasındaki korelasyon katsayıları	77
Çizelge 3.13. Karayaka koyunlarının canlı ağırlık ve bazı vücut özellikleri üzerinde yaştan etki payı (EP) ile ham ve düzeltilmiş ortalama değerleri (n=223)	78
Çizelge 3.14. Bafra koyunlarının canlı ağırlık ve bazı vücut özellikleri üzerinde yaştan etki payı (EP) ile ham ve düzeltilmiş ortalama değerleri (n=462)	78

Çizelge 3.15. Karayaka ve Bafra koyunlarının vücut özelliklerine göre TekBKY ile kümelenmesi	79
Çizelge 3.16. Karayaka ve Bafra koyunlarının vücut özelliklerine göre OrtBKY ile kümelenmesi	82
Çizelge 3.17. Karayaka ve Bafra koyunlarının vücut özelliklerinin OrtBKY ile kümelenmesine ilişkin tanıtıcı istatistikler	83
Çizelge 3.18. OrtBKY ile oluşan küme merkezleri arasındaki uzaklıklar	83
Çizelge 3.19. Karayaka ve Bafra koyunlarının vücut özelliklerine göre TamBKY ile kümelenmesi	86
Çizelge 3.20. Karayaka ve Bafra koyunlarının vücut özelliklerinin TamBKY ile kümelenmesine ilişkin tanıtıcı istatistikler	87
Çizelge 3.21. TamBKY ile oluşan küme merkezleri arasındaki uzaklıklar	87
Çizelge 3.22. Aşamalı kümeleme yöntemlerine ilişkin özet istatistikler	91
Çizelge 3.23. Karayaka ve Bafra koyunlarının vücut özelliklerine göre k-Ortalamlar Kümeleme Yöntemi ile kümelenmesi	92
Çizelge 3.24. Karayaka ve Bafra koyunlarının vücut özelliklerinin k-Ortalamlar Kümeleme Yöntemi ile kümelenmesine ilişkin tanıtıcı istatistikler	93
Çizelge 3.25. k-OrtKY ile oluşan küme merkezleri arasındaki uzaklıklar	94
Çizelge 3.26. Karayaka ve Bafra koyunlarının vücut özelliklerine göre Medoid Kümeleme Yöntemi ile kümelenmesi	95
Çizelge 3.27. Karayaka ve Bafra koyunlarının vücut özelliklerine göre Bulanık Kümeleme Yöntemi ile kümelenmesi	97
Çizelge 3.28. Karayaka koyunlarının küme sayısına ilişkin SC_i istatistikleri	97
Çizelge 3.29. Bafra koyunlarının küme sayısına ilişkin SC_i istatistikleri	98
Çizelge 3.30. Kümeleme yöntemlerine ilişkin özet istatistikler	99

1. GİRİŞ

Son yıllarda istatistik alanındaki programların geliştirilmesi ve daha kullanışlı yazılımların (SPSS, SAS, NCSS, STATISTICA, MINITAB, BMDP, STATGRAPH vb.) hazırlanması, araştırmacıların üzerindeki yükü hafifletmiştir. Böylece kısa süre içerisinde çok karmaşık istatistiksel analizler yapılabilmektedir. İstatistik alanında çalışma yapan akademisyenlerin bilim evrenine yeni istatistiksel yöntemler kazandırmasıyla birlikte, yazılım alanında yaşanan bu gelişmeler, gün geçtikçe istatistik biliminin önemi artırmakta ve istatistiğin tıp, kimya, biyoloji, ziraat, ekonomi, eğitim, sosyoloji, işletme, arkeoloji, jeoloji gibi pek çok bilim dalında kullanılmasını kolaylaştırmaktadır. Öyle ki, bu süreç ekonomi alanında ekonometri, sosyoloji alanında sosyometri ve sağlık bilimleri ile biyoloji alanında verilerin toplanması, düzenlenmesi, analiz edilmesi ve yorumlanmasını içeren biyometri (biyoistatistik) gibi anabilim dallarının kurulmasına yol açmıştır.

İstatistik biliminin en önemli konularından biri olan çok değişkenli istatistiksel yöntemler, çok sayıda değişkenin söz konusu olduğu ve tek değişkenli istatistiksel analiz tekniklerinden yeterli sonuç alınamadığı durumlarda kullanılmaktadır. Çok sayıda değişkene ait veri grubunun yapısı çok değişkenli analiz yöntemleri ile daha basit bir forma dönüştürülür.

Deney birimlerinden gözlem ve/veya ölçüm yoluyla elde edilen farklı özelliklerin çok sayıda olması, araştırmacıların karşısına çıkabilecek sorunların klasik istatistik teknikleri ile çözümünü zorlaştırmakta hatta imkansız hale getirmektedir. Bu nedenle araştırmalarda meydana çıkan problemlere çözüm bulmak için 1940'tan sonra çok değişkenli analiz teknikleri geliştirilmiştir (Tatlıdil, 1996).

Tek değişkenli istatistikte kullanılan yöntemlerin yetersiz oluşunun sebebi, bu yöntemlerin kısıtlayıcı varsayımlar altında geçerli olmasıdır. En önemli kısıtlayıcı ise olaydaki bir çok faktörün analiz dışı tutulması ve her defasında tek bir faktörün etkisinin incelenmesidir. Çok değişkenli istatistikte ise bazı kontrollü denemeler

dışında böyle bir kısıtlayıcıdan söz edilemez. Çok değişkenli analizlerde olaylar bir çok yönleriyle incelenir. Bu durum, incelenen özellikler arasındaki bağımlılık yapısının incelenmesini önemli kılar. Bir başka anlatım ile çok değişkenli analiz, incelenen konuyu bir bütün olarak ele almakta ve bütünlüğü oluşturan özelliklerin bağımlılık yapısını açıklamaya çalışmaktadır (Çelik, 1998). İncelenen olayın bir bütün olarak ele alınması gerektiği halde tek değişkenli istatistiksel yöntemlerle analiz yapılması, elde edilen sonuçların geçerliliğini ve güvenilirliğini etkiler (Kramer, 1978)

Çok değişkenli analizler üzerine literatürde farklı tanımlamalar yapılmıştır. Bir tanıma göre çok değişkenli analiz, örnek üzerinde ikiden fazla değişkeni eşzamanlı çözümleyen istatistik teknikleridir. Başka bir tanıma göre, değişken grupları arasındaki karşılıklı ilişkileri ölçme ve açıklama olanağı veren istatistiksel yöntemlerdir. Diğer bir tanıma göre ise çok değişkenli analizler, her birim için çok sayıda, birbirinden farklı ancak birbiriyle ilişkili değişkenlerin ölçüldüğü ve bütün değişkenlerin eşzamanlı olarak dikkate alınıp birlikte incelendiği tekniklerdir. Araştırmacıların bazıları çok değişkenli kavramını ikiden çok değişken arasındaki ilişkiler için kullanırken, diğerleri ise analize konu olan çok sayıdaki değişkenin çok değişkenli normal dağılımdan geldiği anlamında kullanmaktadır (Gatty, 1966; Sheth, 1971; Boch ve Huang, 1974; Hair ve ark., 1998; Albayrak, 2006).

Çok değişkenli analiz tekniklerinin farklı kullanım amaçları söz konusudur. Bunlar aşağıda kısaca özetlenmiştir (Tatlıdil, 1996):

- **Basitleştirme ve Boyut İndirgeme:** Çok sayıda faktörün etkisinde bulunan veri grubu, az sayıda gerçek veya yapay değişkenlerle temsil edilmeye, böylece basitlik sağlanmaya çalışılır.
- **Birimlerin Sınıflandırılması:** incelenen birim veya bireylerin değişik sınıflar oluşturup oluşturmadıkları veya önceden tanımlanmış sınıflardan hangilerine ait olduklarının belirlenmesidir. Bazı durumlarda ise birimler yerine değişkenlerin gruplandırılması söz konusudur.

- **Bağımlılık Yapısının İncelenmesi:** Değişkenlerin kovaryans ve korelasyonlarından yararlanılarak bağımlılığın kaynakları ve sonuçları araştırılır. Örneğin, değişkenlerden bir veya daha fazlasının bağımlı, ötekilerin bağımsız olduğu durumda uygulanan regresyon analizinin amacı değişkenler arasındaki bağımlılık yapısını ortaya çıkarmaktır.
- **Hipotez Testleri ve Hipotez Oluşturma:** Çok değişkenli verilerde kullanılan hipotez testlerinden bazıları tek değişkenli teorinin çok değişkenli duruma genelleştirilmiş uzantılarıdır. Bazı çok değişkenli analiz yöntemleri de hipotez testlerinde kullanılmaktadır. Bu yöntemlerle, açıklanmaya çalışılan olay hakkında yeni model ve hipotezler ortaya çıkarmak amacıyla da başvurulabilmektedir.
- **Sıralama ve Ölçekleme:** Birimlerin belli ölçülere göre sıralanması bazı uygulamaların asıl amacıdır. Ölçekleme ise çok sayıda değişkenden yararlanarak birimlerin daha az grupla gösterilmesidir. Böylece grafik gösterimlerinden de yararlanılarak birimlerin karşılaştırılması, yakınlık veya uzaklıklarının belirlenmesi kolaylıkla yapılabilmektedir.

Yukarıda belirlenen amaçlar çerçevesinde çok geniş bir uygulama alanına sahip olan çok değişkenli istatistiksel yöntemler bazı varsayımlarla kısıtlanabilmektedir. Bu varsayımlar aşağıda verilmiştir (Albayrak, 2006).

- *Çoklu normal dağılım:* Veriler çok değişkenli normal dağılıma uyar.
- *Sabit varyans (eşkovaryans):* Tüm gruplar için kovaryans matrisleri eşittir.
- *Çoklu doğrusal bağlantı:* Bağımsız değişkenler arasında önemli doğrusal ilişki yoktur.
- *Doğrusallık:* Bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişki doğrusaldır.
- *Otokorelasyonun olmaması:* Değişken değerlerinin zaman içindeki değişimi birbirinden bağımsız olmalıdır.

Yukarıdaki varsayımlardan en önemlisi kullanılacak verilerin çok değişkenli normal dağılımlı kitleden çekilmiş olduğu varsayımdır. Verilerin bu varsayımı sağlamadığı durumlarla karşılaşılabilir. Böyle durumlarda değişkenler çeşitli dönüşümlerle (karekök, logaritmik, hiperbolik, logit, Fisher-z) çoklu normal dağılıma dönüştürülmeye çalışılmaktadır. Çok değişkenli istatistiksel yöntemlerin varsayımlarından sapma istatistik testlerin gücünü ve anlamlılığını etkilemektedir.

Çok değişkenli istatistiksel yöntemler farklı ölçütlere göre sınıflandırılabilir. Bu ölçütler arasında değişkenlerin ölçümünde kullanılan ölçeğin türü, değişken sayısı ve çözümlemelerde kullanılan değişken seti içinde yer alan değişkenler arasında bağımlı ve bağımsız değişken ayırımının yapılıp yapılmaması en yaygın kullanılan ölçütlerdir. p sayıda değişken ve n sayıda birim içeren bir veri setinde, p sayıdaki değişkenin iki ayrı gruba ayrıldığı düşünülürse, bu tür veri setini çözümleyen istatistiksel tekniklere bağımlı teknikler adı verilmektedir. Bağımlı teknikler ayrıca, bağımlı ve bağımsız değişken sayısı (bir veya daha çok) ve ölçeğine (metrik veya metrik olmayan) göre sınıflandırılabilir. Diğer taraftan analize konu olan değişkenler için bağımlı ve bağımsız gibi bir ayırım yapılmadan eşzamanlı analiz edildiği tekniklere içbağımlı teknikler adı verilmektedir (Albayrak, 2006). Araştırmalarda yaygın olarak kullanılan bağımlı ve içbağımlı teknikler aşağıda sunulmuştur.

Çok değişkenli bağımlı teknikler

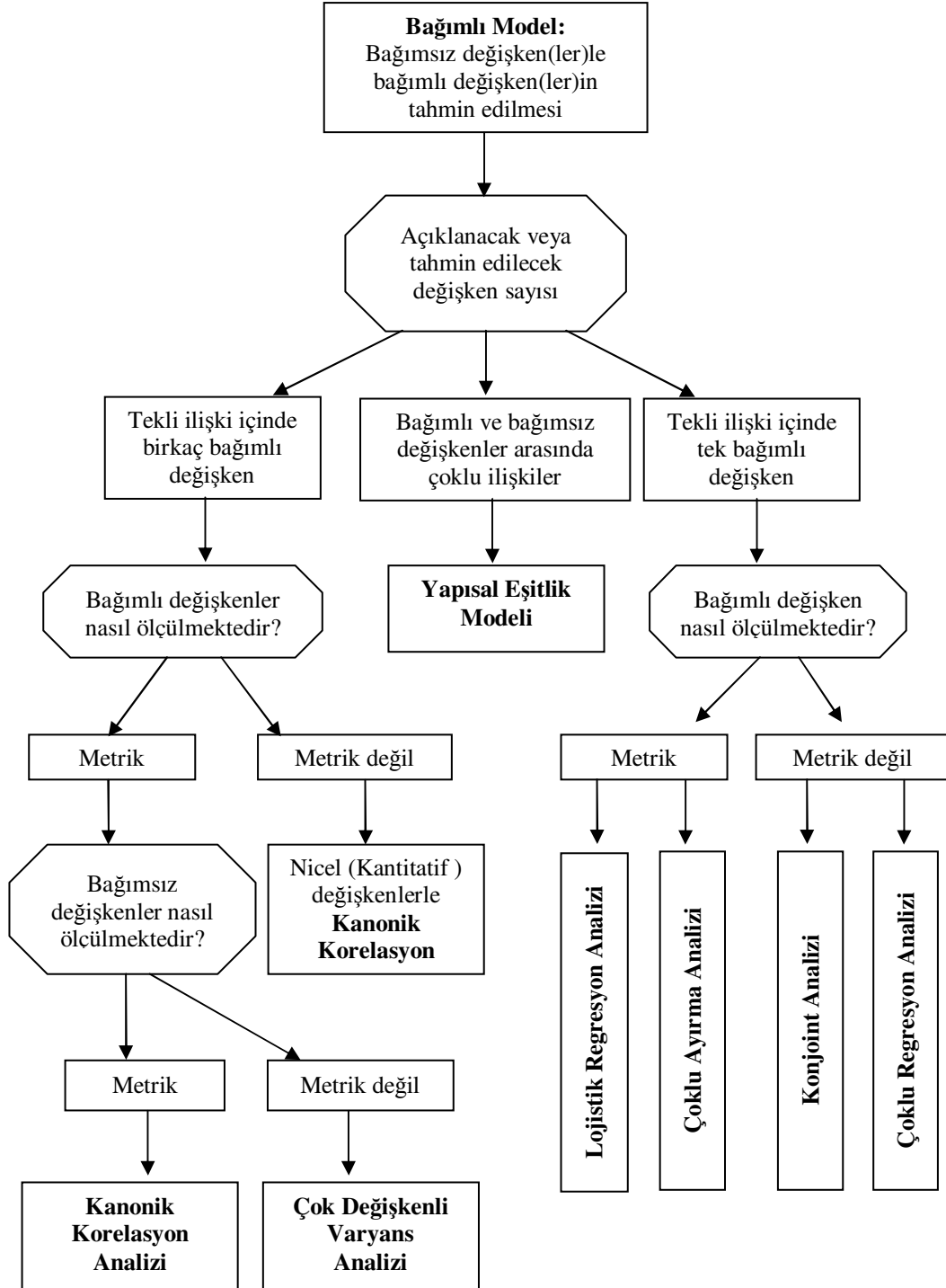
- Çoklu Regresyon Analizi
- Kanonik (Kümelerarası) Korelasyon Analizi
- Çok Değişkenli Varyans Analizi
- Çoklu Ayırma (Diskriminant) Analizi
- Lojistik Regresyon Analizi
- Konjoint Analizi
- Yapısal Eşitlik Modeli

Çok değişkenli içbağımlı teknikler

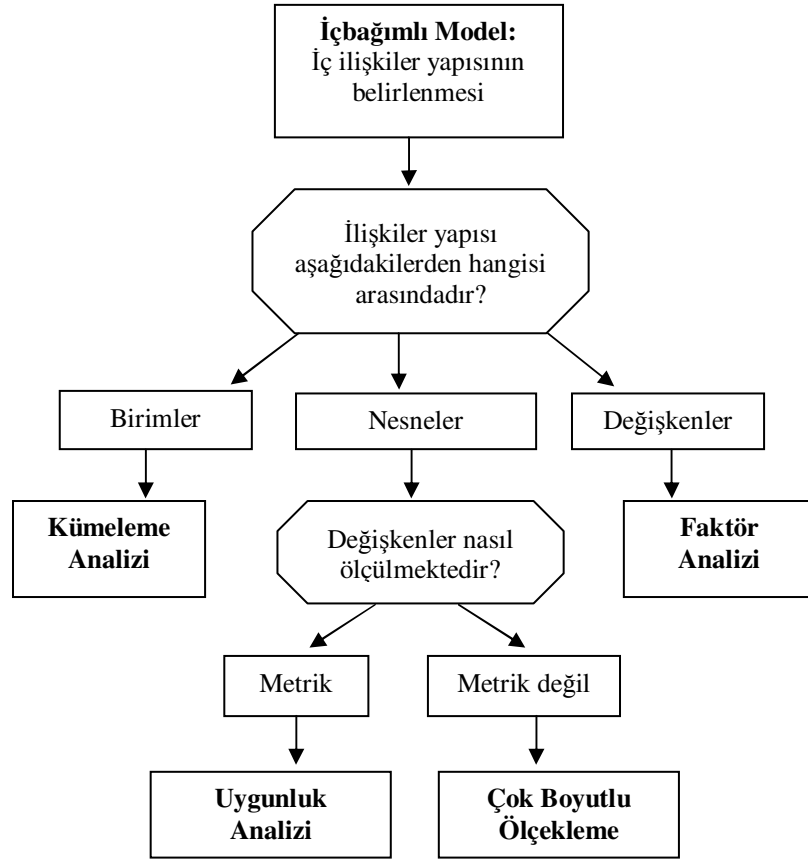
- Faktör Analizi
- Kümeleme Analizi
- Uygunluk Analizi
- Çok boyutlu Ölçekleme

Çok değişkenli bağımlı tekniklerin amacı iki değişken grubu arasında varolan ilişkileri çözümlemektir. Çok değişkenli içbağımlı tekniklerin amacı ise değişkenler arasındaki ilişkilerin niçin ve nasıl gerçekleştiğini belirlemektir.

Bilimsel bir araştırmada, çok değişkenli istatistiksel yöntemlerin seçimi araştırmanın amacı ve değişkenlerin özellikleri dikkate alınarak yapılmaktadır. Daha açık bir ifadeyle değişkenlerin bağımlı ve içbağımlı bir ayırma tabi tutulup tutulmadığı, tutulabiliyorsa ilgili analizde değişkenlerden kaç tanesinin bağımlı değişken olarak ele alındığı ve değişkenlerin ölçeği çok değişkenli istatistiksel yöntemlerin seçiminde etkili olan faktörlerdir. Örneğin, çok değişkenli model tek metrik bağımlı değişken ile tanımlanıyorsa uygun teknikler çoklu regresyon analizi veya konjoint analizi olmaktadır. Ancak çoklu regresyon analizinin aksine konjoint analizinde bağımlı değişken metrik olmayan bir değişken de olabilmektedir. Tek bağımlı değişken metrik değilse çoklu ayırma (diskriminant) veya lojistik regresyon analizi uygun olan tekniklerdir. Diğer taraftan, bağımlı bağımsız değişken ayırımı yapılmayan içbağımlı tekniklerde değişkenlere göre veri setinin temel boyutları ortaya çıkarılacaksa faktör analizi en uygun teknik olmaktadır. Amaç, birimler bazında veri setinin temel boyutlarını ortaya çıkarmaksa kümeleme analizi; birimlere göre veri setinin boyutlarını ortaya çıkarmaksa çok boyutlu ölçekleme en uygun olan teknik olmaktadır. Yapılan sınıflandırma çerçevesinde (bağımlı ve içbağımlı teknikler), çok değişkenli istatistiksel yöntemlerin seçimine ilişkin daha açıklayıcı bilgiler Şekil 1.1. ve Şekil 1.2.'de sunulmuştur (Hair ve ark., 1998; Albayrak, 2006).



Şekil 1.1. Çok değişkenli bağımlı tekniklerin seçimi



Şekil 1.2. Çok değişkenli içbağımlı tekniklerin seçimi

1.1. Çoklu Doğrusal Regresyon Analizi

Regresyon analizi, bağımlı (cevap) değişken-ler- ile bağımsız (belirleyici-açıklayıcı) değişken-ler- arasındaki bağıntıyı incelemeye yönelik bir yöntemdir. Bir bağımlı değişken (Y) ile bir bağımsız değişken (X_1) arasındaki bağıntıyı inceleyen yöntem basit regresyon bir veya birden fazla bağımlı değişken (Y) ile iki ya da daha fazla bağımsız değişken ($X_1, X_2, \dots, X_p$) arasındaki bağıntıları inceleyen yöntem ise çoklu regresyon adı verilmektedir (Özdamar, 2004).

Bağımlı değişken ile bağımsız değişkenler arasındaki bağıntıyı inceleyen modeller doğrusal bağıntılar biçiminde ise bu tip regresyona basit doğrusal veya çoklu doğrusal regresyon yöntemleri, bağımlı değişken ile bağımsız değişkenler arasındaki bağıntı modelleri doğrusal değilse bu tip regresyona basit doğrusal olmayan veya çoklu doğrusal olmayan regresyon yöntemleri adı verilmektedir. Ayrıca, birden fazla bağımlı değişken ($Y_1, Y_2, \dots$) ile iki ya da daha fazla bağımsız değişken ($X_1, X_2, \dots, X_p$) arasındaki doğrusal bağıntıları inceleyen yöntemlere çok değişkenli doğrusal regresyon analizi denmektedir. Kurulan modellerin geçerliliğini analiz yöntemine ise regresyon analizi adı verilmektedir. Basit ve çoklu doğrusal regresyon modelleri ile çok değişkenli fonksiyon aşağıdaki gibi ifade edilmektedir (Özdamar, 2004):

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \varepsilon \quad \text{Basit doğrusal model} \quad [1.1.]$$

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_p X_p + \varepsilon \quad \text{Çoklu doğrusal model} \quad [1.2.]$$

$$Y_1, Y_2 = f(X_1, X_2, \dots, X_p) \quad \text{Çok değişkenli fonsiyon} \quad [1.3.]$$

Çoklu regresyon analiziyle model geliştirme çalışmaları farklı yöntemlere göre olabilmektedir. Model geliştirmede kullanılabilecek bu yöntemler aşağıda belirtilmiştir.

1. Tüm olası regresyon (all possible regression)
2. Geriye doğru seçim (backward selection)
3. İleriye doğru seçim (forward selection)
4. Adım adım regresyon (stepwise regression)

Tüm olası regresyon yönteminde tüm bağımsız değişkenler modelde yer alır. Geriye doğru seçim yönteminde bağımsız değişkenler tek tek elenerek, ileriye doğru seçim yönteminde de bağımsız değişkenler tek tek modele katılarak işlem yapılır. Adım adım regresyon yönteminde ise aşağıda verilen aşamalar uygulanır (Sümbüloğlu ve Sümbüloğlu, 2002):

- Bağımlı değişkenle en yüksek korelasyon katsayısına sahip bağımsız değişken ilk olarak denkleme alınır.

- Geriye kalan değişkenlerle bağımlı değişken arasında kısmi korelasyon katsayısı hesaplanır ve katsayısı en yüksek olan değişken denkleme alınır.
- Her aşamada denkleme son giren değişkenin modelde kalmasına gerek olup olmadığı ve son giren değişken modelde iken önceki değişkenlerin modelde kalmasına gerek olup olmadığı test edilir. Gereksiz olan değişken model dışı bırakılır. Denkleme herhangi bir adımda alınan bir değişken herhangi bir adımda denklem dışı bırakılabilir.
- Denkleme kalması gereken değişkenler ve katsayıları hesaplanarak işlem bitirilir.

Bilimsel araştırmalarda çoklu doğrusal regresyon uygulanarak aşağıdaki amaçların gerçekleştirilmesine çalışılır (Alpar, 2003).

- Bağımlı değişkeni etkilediği belirlenen değişkenler yardımıyla bağımlı değişken değerini kestirmek.
- Bağımlı değişkeni etkilediği düşünülen bağımsız değişkenlerden hangisi ya da hangilerinin bağımlı değişkeni daha çok etkilediğini bulmak ve aralarındaki karmaşık yapıyı tanımlamak.

Araştırmacılar, yaptıkları çalışma doğrultusunda yukarıda verilen amaçların birine veya her ikisine ulaşmayı hedefleyebilir. Diğer bir ifadeyle, bir araştırmada çoklu regresyon modeli kullanılarak bağımlı değişkenin belirlenmesinde bağımsız değişkenlerin göreceli önemi belirlenmiş olur. Bu bağlamda, çoklu doğrusal regresyonu basit doğrusal regresyondan ayıran özellik; her bir bağımsız değişken ile bağımlı değişken arasındaki ilişkilerin eşzamanlı olarak saptanmasıdır (Alpar, 2003).

Çoklu doğrusal regresyon modelinde, bir bağımlı değişken (Y) ile iki ve daha fazla bağımsız değişken ($X_1, X_2, \dots, X_p$) arasındaki ilişki n gözlem cinsinden;

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \dots + \beta_p X_{ip} + \epsilon_i \quad (i=1,2,3,\dots,n) \quad [1.4.]$$

eşitliği ile verilirken, bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki fonksiyonel bağıntı matris formu ile [1.5.] eşitliği ile gösterilir.

$$\mathbf{Y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \boldsymbol{\varepsilon} \quad [1.5.]$$

[1.5.] eşitliğinde;

$\mathbf{Y}$, (n x 1) boyutlu bağımlı değişken vektörü,

$\mathbf{X}$, (n x (p+1)) boyutlu bağımsız değişkenler gözlem matrisi olup, bu matrisin ilk sütunu 1'lerden, diğer sütunları ise değişken değerlerinden oluşur.

$\boldsymbol{\beta}$, ((p+1) x 1) boyutlu katsayılar vektörü ve

$\boldsymbol{\varepsilon}$, (n x 1) boyutlu hata vektörüdür.

Yukarıda verilen [1.4.] ve [1.5.] eşitliği n sayıdaki gözlem için aşağıdaki gibi ifade edilir:

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

Regresyon modeline ilişkin örneklem kestirim denklemi ise gözlemler cinsinden eşitlik [1.6.]’da, sadece değişkenler dikkate alınarak eşitlik [1.7.]’de ve matris formu ile eşitlik [1.8.]’de verilmiştir.

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

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

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

[1.8.] eşitliğinde $\hat{\boldsymbol{\beta}}$; $b_0, b_1, b_2, \dots, b_p$ ’den oluşan ((p+1) x 1) boyutlu katsayılar vektörü olup, artık değerleri (e_i) ise aşağıdaki bağıntı ile bulunur.

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

Çoklu regresyon çözümlemesinde p+1 sayıdaki regresyon katsayılarının En Küçük Kareler Yöntemi ile bulunması için [1.10.] eşitliğinden yararlanılır.

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

Eşitlik [1.10.]’daki X' matrisi, X matrisinin devriği (transpozu) olup, $[X'X]$ matrisinin tersinin alınabilmesi gerekir. Bunun için ise bağımsız değişkenler doğrusal bağımsız olmalıdır. $\hat{\beta}$ ile $X'X$ ve $X'Y$ çarpımlarına ilişkin sonuç matrisler boyutlarıyla birlikte aşağıda verilmiştir (Alpar, 2003).

$$\hat{\beta} = \begin{bmatrix} b_0 \\ b_1 \\ \dots \\ b_p \end{bmatrix} \quad [(p+1) \times 1]$$

$$X'X = \begin{bmatrix} n & \sum x_1 & \sum x_2 & \dots & \sum x_p \\ \sum x_1^2 & \sum x_2 x_2 & \dots & \sum x_1 x_p \\ & \sum x_2^2 & \dots & \sum x_2 x_p \\ & & \dots & \dots \\ \text{sim.} & & & \sum x_p^2 \end{bmatrix} \quad [(p+1) \times (p+1)]$$

$$X'Y = \begin{bmatrix} \sum y \\ \sum x_1 y \\ \sum x_2 y \\ \dots \\ \sum x_p y \end{bmatrix} \quad [(p+1) \times 1]$$

1.1.1. Çoklu Doğrusal Regresyonda Hipotez Testleri

Çoklu doğrusal regresyon modeli oluşturulduktan sonra yapılan tahminlerin güvenilirliğini araştırmak için tahminlere ilişkin hipotezlerin test edilmesi gerekmektedir. Bulunan modelin anlamlı olup olmadığı, bir diğer ifadeyle bağımlı değişken ile bağımsız değişkenler arasında doğrusal bir ilişki olup olmadığı ve bağımlı değişkenin bağımsız değişkenler tarafından açıklanıp açıklanmadığı varyans analizi ile test edilir. F dağılımı yardımı ile yapılan bu testte H_0 hipotezi, tüm regresyon katsayılarının sıfıra eşit olduğu ($H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots \beta_p$) şeklinde kurulurken, H_1

hipotezi, en az bir β_j katsayısının sıfırdan farklı olduğu şeklinde kurulur. Çoklu doğrusal regresyon analizinin anlamlılığını belirlemeye yönelik parametreler ve varyans analizi tablosu Çizelge 1.1’de verilmiştir (Köksal, 1985; Alpar, 2003; Özdamar, 2004).

$$\text{Genel Kareler Toplamı (GKT)} = \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2 = Y'Y - \frac{\sum_{i=1}^n Y_i^2}{n} \quad [1.11.]$$

$$\text{Regresyon Kareler Toplamı (RKT)} = \sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2 = \hat{\beta}'X'Y - \frac{\sum_{i=1}^n Y_i^2}{n} \quad [1.12.]$$

$$\text{Artık Kareler Toplamı (AKT)} = \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2 = Y'Y - \hat{\beta}'X'Y \quad [1.13.]$$

$$\text{GKT} = \text{RKT} + \text{AKT} \quad [1.14.]$$

Çizelge 1.1. Çoklu doğrusal regresyon analizine ilişkin varyans analizi tablosu

Değişim Kaynağı	s.d.	KT	KO	F
Regresyon	p	$\hat{\beta}'X'Y - \frac{\sum_{i=1}^n Y_i^2}{n}$	RKO=RKT / p	RKO / AKO
Artık (Hata)	n-p-1	$Y'Y - \hat{\beta}'X'Y$	AKO = AKT / (n-p-1)	
Genel	n-1	$Y'Y - \frac{\sum_{i=1}^n Y_i^2}{n}$	-	

Çizelge 1.1’de verilen formül ile hesaplanan F değeri (F_H); seçilen α anlamlılık (önemlilik) düzeyi ve p, n-p-1 serbestlik dereceli F tablo değeri (F_T) ile karşılaştırılır ve $F_H < F_T$ bulunur ise H_0 hipotezi kabul edilir.

H_0 hipotezinin reddedilmesi durumunda, bağımlı değişken ile bağımsız değişkenler arasında doğrusal bir ilişkinin varlığı kabul edilmekle birlikte katsayılarla ilişkin sadece en az bir regresyon katsayısının sıfırdan farklı olduğu yorumu yapılır, ancak hangi regresyon katsayısının sıfırdan farklı olduğu belirlenmez.

Analiz sonucunda bulunan herhangi bir regresyon katsayısının sıfırdan farklı olup olmadığı t istatistiği ile belirlenir. [1.15.] eşitliği ile hesaplanan t değeri; seçilen α anlamlılık (önemlilik) düzeyi ve n-p-1 serbestlik dereceli t tablo değeri ile karşılaştırılır ve H_0 hipotezinin kabul veya reddine yönelik karar verilir.

$$t = \frac{b_j}{S(b_j)} \quad [1.15.]$$

[1.15.] eşitliğinde $S(b_j)$; j'inci regresyon katsayısına (b_j) ilişkin standart hata değeridir ve aşağıdaki formül ile bulunur.

$$S(b_j) = s \sqrt{[X'X]_{jj}^{-1}} \quad [1.16.]$$

Çoklu doğrusal regresyon denkleminin bağımlı değişkene (Y) ait değerleri tahmin gücünü, σ^2 'nin yansız kestiricisi olan s^2 (tahminin varyansı) belirler ve aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$s^2 = (Y'Y - \hat{\beta}'X'Y) / (n-p-1) \quad [1.17.]$$

Regresyon modeline ilişkin tahminin hatası ise $s = \sqrt{s^2}$ biçiminde hesaplanır. Eşitlik [1.17.]'de verilen tahminin varyansı (s^2) aynı zamanda Çizelge 1.1'de de görülebileceği gibi Artık Kareler Ortalaması (AKO) olarak da bilinir.

1.1.2. Çoklu Belirleme Katsayısı

Bir araştırmada uygulanacak çoklu doğrusal regresyon analizi sonucunda modelin açıklayıcılık oranı çoklu belirleme (determinasyon) katsayısı (R^2) ile belirlenir. Regresyon denkleminin uygunluk ölçüsü olarak da kullanılan çoklu belirleme katsayısı (R^2), bağımlı değişkendeki değişimin yüzde kaçının bağımsız değişkenler tarafından açıklanacağını belirtir. Bir diğer ifadeyle regresyon modeli ile açıklanabilen değişimin toplam değişim içindeki oranını verir.

Çoklu belirleme katsayısı;

$$R^2 = RKT / GKT = \sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2 / \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2 \quad [1.18.]$$

formülü ile hesaplanır.

1.1.3. Çoklu Doğrusal Regresyona İlişkin Varsayımlar

Çoklu regresyon modelinin geçerliliği ve bu modelden elde edilecek tahminlerin tutarlılığı için aşağıda verilen varsayımların sağlanması gerekir (Serper, 1986; Neter ve ark., 1990; Montgomery ve Peck, 1992).

- Hata teriminin ortalaması sıfırdır. $[E(e_i) = 0]$. Hata terimi sıfır ortalama ve σ^2 varyansı ile normal bir dağılım göstermelidir. $[e_i \sim N(0, \sigma)]$
- Hata teriminin varyansı, bağımlı değişkenin varyansı olan σ^2 'ye eşittir. $[V(e_i) = \sigma^2]$
- Hata terimleri arasında otokorelasyon (özilişki) olmamalıdır. $[Cov(e_i, e_j) = 0, i \neq j]$
- X bağımsız değişkenleri rastlantı değişkeni olduklarından X ve e değişkenleri bağımsız olmalıdır.

Çoklu doğrusal regresyon modelinde ise yukarıdaki varsayımlara ek olarak aşağıdaki varsayım eklenmektedir.

- Analize giren bağımsız değişkenler arasında ikili doğrusal ilişki, diğer bir ifade ile çoklubağlantı bulunmamalıdır.

Otokorelasyon (hataların bağımsızlığı) durumuna daha çok zaman serilerinde rastlanılmakta olup, herhangi bir zaman serisinin birim değerleri arasındaki ilişki anlamına gelmektedir. Regresyon modellerinde otokorelasyon; bağımlı değişkende ölçme hatasının bulunması, değişkenler arasındaki ilişkiyi belirleyen matematiksel modelin yanlış seçilmiş olması, bazı bağımsız değişkenlerin ilişkiye dahil edilmemiş olması ve hata teriminin belirlenmesine yönelik yapılan hatalar gibi nedenlerden dolayı ortaya çıkabilir (Ertek, 1996). Parametreleri tahmin

edilen herhangi bir regresyon modeli için otokorelasyonun olup olmadığının anlaşılması için Durbin-Watson d Testi, Von-Neumann testi ve Wallis Testi gibi testlerden yararlanılmaktadır.

Yukarıda belirtildiği gibi, bir araştırmada çoklu doğrusal regresyon modelinin doğrudan uygulanabilmesi, bağımsız değişkenlerin kuvvetli bir şekilde ilişkili olmaması, daha genel anlamda çoklubağlantı olmaması varsayımına bağlıdır. Bağımsız değişkenler arasında ilişki olmaması durumunda (bu durumda korelasyon katsayısı 0 veya 0'a çok yakın olacaktır) bu, değişkenlerin dik olduğu anlamına gelir. Regresyon uygulamalarının çoğunda, bağımsız değişkenler dik olmamakla birlikte bazen analiz sonuçlarını etkileyecek şiddette değildir. Ancak bazı durumlarda bağımsız değişkenler regresyon sonuçlarını belirsizleştirecek veya tutarsızlaştıracak kadar ilişkilidir (Alpar, 2003). Hatta değişkenler arasında tam çoklubağlantı (korelasyon) varsa regresyon katsayıları belirsiz (tutarsız) olup standart hataları çok büyüktür (Gujarati, 1999).

Regresyon modellerinde parametrelerin tahmininde genellikle En Küçük Kareler Yöntemi kullanılmaktadır. Eğer, uygulanacak modelde En Küçük Kareler varsayımı sağlanıyor ise bu yöntem sapmasız ve minimum varyanslı parametre tahminleri verir. Bu varsayımlardan en önemlisi bağımsız değişkenlerin birbiri ile bağlantısız olmalarıdır. Eğer bağımsız değişkenler arasında çoklubağlantı varsa, bu durumda En Küçük Kareler ile parametre tahmini yapmak yine sapmasız fakat çok büyük varyanslı tahminler verecektir. Diğer taraftan, hesaplanan t değeri küçülecek ve çoklu belirleme katsayısı (R^2) olduğundan daha fazla büyüyecektir. Bu şekilde tahminlenen parametreler kullanılması durumunda, her bağımsız değişkenin bağımlı değişken üzerindeki etkisi net olarak ortaya konamayacaktır. Bu da araştırmacıyı model seçimindeki hatadan dolayı yanlış sonuçlara götürecektir (Akkaya, 1989; Baldemir, 1995).

Yukarıdaki bilgiler doğrultusunda bağımsız değişkenler arasında olabilecek yüksek düzeydeki ilişkinin veya çoklubağlantının regresyon modeline etkileri şu şekilde özetlenebilir (Montgomery ve Peck, 1992):

- Regresyon katsayılarının (β_i) tahminlerinin varyansı ve standart hatası yüksek olabilir.
- Regresyon katsayılarının tahmini büyüklükleri beklenenden büyük olabilir.
- Regresyon katsayılarının işareti ters işaretli olabilir.
- Değişkenlerin eklenmesi veya çıkarılması katsayı tahminlerinde ve işaretinde büyük değişikliklere neden olabilir.
- Bazı durumlarda F değeri anlamlı, t değeri ise anlamsız olabilir.

Bağımsız değişkenler arasında çoklubağlantı olup olmadığını ortaya çıkartan birçok gösterge vardır. Bunlar aşağıda kısaca özetlenmiştir (Alpar, 2003).

- **Bağımsız Değişkenler Arasındaki Çoklu Belirleme Katsayısı:** Herhangi bir X_i bağımsız değişkeni ile geriye kalan diğer bağımsız değişkenler arasında bulunacak çoklu belirleme katsayısı R_i^2 ile gösterilirse, R_i^2 'nin 1'e yaklaşması durumunda X_i bağımsız değişkeni ile diğer değişkenler veya diğer değişkenlerin herhangi bir alt kümesi arasında güçlü çoklubağlantı olduğu yorumu yapılır. $1 - R_i^2$ değeri, bir değişkenin toleransı olarak tanımlanır ve eğer bir değişkenin toleransı küçük ise, bu değişkenin diğer değişkenler ile doğrusal bağıntılı olduğu söylenir.
- **Bağımsız Değişkenlere İlişkin Korelasyon Katsayılarının İncelenmesi:** Eğer X_i ve X_j gibi herhangi iki değişken arasındaki korelasyon katsayısının mutlak değeri ($|r_{ij}|$) 1'e yaklaşıyorsa X_i ve X_j 'nin yakın doğrusal bağımlı olduğu söylenir.
- **Varyans Şişme Değerleri (Variance Inflation Factors-VIF):** Bağımsız değişkenlere ilişkin korelasyon matrisinin tersinin (inversinin) köşegen öğelerine varyans şişme değerleri denir ve VIF_i ile gösterilir. VIF_i değerleri tolerans değeri ile ilgili olarak;

$$VIF_i = 1/(1 - R_i^2) \quad [1.19.]$$

ile de hesaplanabilir. Uygulamada VIF_i değerlerinin 5 ya da 10'un üzerinde olması güçlü çoklubağlantının bir göstergesidir ve ilgili değişkenlere ilişkin regresyon katsayılarına pek güvenilmemesi gerektiğini bildirir.

- **Korelasyon Matrisine İlişkin Özdeğerlerin İncelenmesi:** Özvektörler, değişkenlerin doğrusal bileşenleri, özdeğerler ise özvektörlerce açıklanan varyans olarak tanımlanır. Bağımsız değişkenlere ilişkin korelasyon matrisinin özdeğerleri olan $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_p$; verideki çoklubağlantının (doğrusal bağımlılığın) derecesini ölçmede kullanılabilir. Veride bir veya daha fazla “yakın” doğrusal bağımlılık olduğunda, R'nin özdeğerlerinin bir veya daha fazlası sıfır ya da sıfıra yakın olur. Örneğin $\lambda_p = 0$ ise veride bir tane doğrusal bağımlılık vardır. Bu amaçla geliştirilmiş iki ölçü aşağıda verilmiştir.

- R matrisi yardımıyla bulunan özdeğerlerin tersleri toplamı, çoklu bağlantı olmadığı durumda değişken sayısına eşit olur.

$$\sum_{i=1}^p \frac{1}{\lambda} = p \quad [1.20.]$$

Çoklubağlantı olduğu durumlarda [1.20.] eşitliği ile verilen toplamın değişken sayısından çok daha büyük değerlere ulaştığı görülür.

- Bu konuya ilişkin ikinci bir yaklaşım ise, korelasyon matrislerinden elde edilen özdeğerlerden en büyüğünün en küçüğüne bölünmesi şeklinde tanımlanır ve bu büyüklük κ ile gösterilir. κ ;

$$\kappa = \frac{\lambda_{\max}}{\lambda_{\min}} \quad [1.21.]$$

ile verilir. Özdeğer yelpazesindeki yayılımın bir ölçüsü olan κ 'ya “durum veya koşul sayısı” adı verilir. Buna göre, bu oran sonucunda bulunacak sayının 100'ün altında olması, veride ciddi bir çoklubağlantı sorununun olmadığına göstergesidir. Bulunacak sayının 100 ile 1000 arasında olması orta düzeyden güçlüye doğru bir eğilim içinde bulunan çoklubağlantının göstergesidir. κ değerinin 1000'in üzerinde bulunması ise çok güçlü çoklubağlantının bir göstergesidir (Alpar, 2003).

Yukarıda belirtilen bilgiler doğrultusunda, bağımsız değişkenler arasında yüksek düzeyde korelasyon tespit edilmesi durumunda, uygulanacak farklı bir yöntem ile değişkenler arasındaki bağımlılık durumunun giderilmesi gerekmektedir. Bu aşamadan sonra çoklu regresyon analizi orijinal değişkenler üzerinde değil çoklubağlantının giderilmesi için uygulanan yöntem sonucunda elde edilecek yeni değişkenler üzerinde uygulanabilecektir.

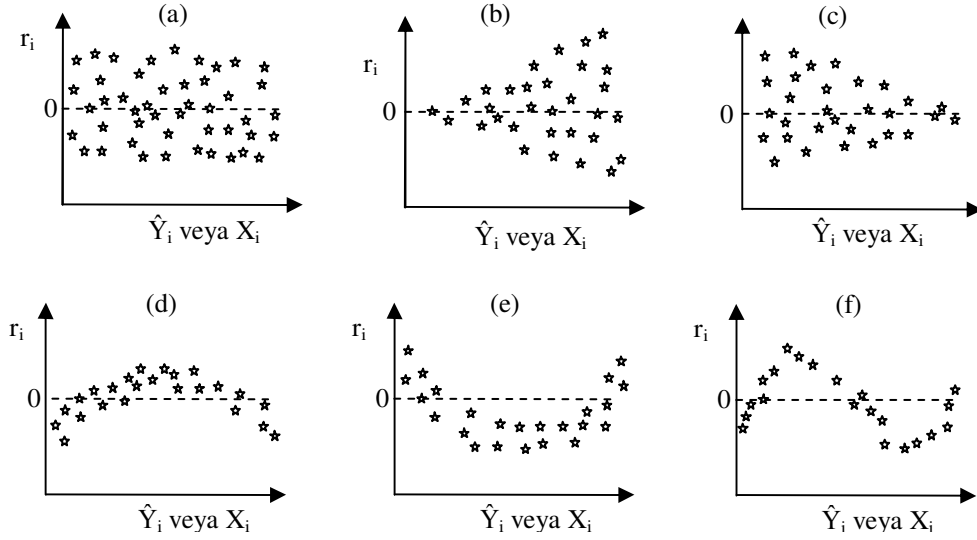
Bağımsız değişkenler arasında çoklu bağlantı olması durumunda uygulanabilecek en önemli yöntemlerden biri Temel Bileşenler Analizi'dir. Temel Bileşenler Analizi (Principal Component Analysis); çoklu regresyonda çoklu bağıntı durumunu gidermek amacıyla, çok değişkenli regresyonda ise değişken kümelerinde boyut indirgeme amacıyla kullanılmaktadır. Temel Bileşenler Analizi ile elde edilecek yeni değişkenler üzerinde uygulanan regresyon modeline Temel Bileşenler Regresyonu denmektedir. Temel Bileşenler Regresyonu; her doğrusal regresyon modelinin bir dik açıklayıcı değişkenler kümesine dayanarak yeniden açıklanabileceği gerçeği üzerine oluşturulmuştur. Bu yeni ve dik açıklayıcı değişkenler, orijinal açıklayıcı değişkenlerin doğrusal bileşeni olarak elde edilirler ve bağımsız değişkenlerin temel bileşenleri (özvektör) olarak adlandırılırlar (Gujarati, 1999; Alpar, 2003).

Yapılan bir çok sağlık araştırmalarında, çok sayıda risk faktörünün eşzamanlı olarak değerlendirilmesi daha iyi sonuç verebilmektedir. Ancak, bu işlemde çoklubağlantı (çok sayıdaki risk faktörlerinin birbirleriyle ilişkili olması), etkileşim ve değişken sayısının fazla olması nedeniyle farklı problemlerle karşılaşılabilir. Böyle durumlarda, Temel Bileşenler Analizi problemin çözümüne yönelik iyi sonuçlar verebilmektedir (Dohoo ve ark., 1997).

Bağımsız değişkenler arasındaki çoklu doğrusal bağlantıyı ortadan kaldırmak veya mümkün olduğu kadar azaltabilmek için geliştirilmiş olan yöntemlerden bir diğeri de Ridge Regresyon Yöntemi'dir. $X'X$ matrisinin köşegen elemanlarına k gibi küçük bir katsayı ilave edilmek suretiyle uygulanan Ridge Regresyon Yöntemi, En Küçük Kareler Yöntemine göre sapmalı fakat daha küçük varyansa sahip parametre tahminleri verir (Baldemir, 1995).

Regresyon analizinde sıkça karşılaşılan önemli konulardan biri de, veri setinin bazı problemleri içermesidir. Aykırı ve etkili gözlemler olarak adlandırılan bazı gözlemler, veri setinden belirgin bir şekilde ayrılık gösterirler. Bu tür problemler, büyük artıklara yol açarlar ve regresyon denkleminin eğimine etkileri önemli boyuttadır. Bu nedenle, araştırmacı için aykırı ve etkili gözlemleri özenle belirlemeye çalışmak ve bu gözlemlerin analiz dışı bırakılıp bırakılmayacağına karar vermek, şayet çıkarılacaksa regresyon fonksiyonunun hattını ve/veya regresyon modelini değiştirmek çok önemlidir. Bir gözlem değeri, veri setinden tamamen ayrış gösteriyorsa, aykırı gözlem olarak adlandırılır. Veri setinden bir gözlem çıkarılması, regresyon denkleminin eğiminde önemli değişikliklere yol açıyorsa ve bu regresyon denkleminden yararlanılarak tahmin yapıldığında çok farklı bir tahmin değeri elde ediliyorsa, bu gözlem etkili bir gözlem olarak adlandırılır. Bir gözlem değeri, Y ve/veya X değeri için bir aykırı değer olabilir. Fakat, bir aykırı değer etkili bir gözlem olmayabilir (Bowerman ve O'Connell, 1990; Neter ve ark., 1990; Montgomery ve Peck, 1992; Karakaya, 1998)

Çoklu regresyon modellerinde aykırı gözlemlerin artıklara dayanılarak belirlenmesi için; Standardize edilmiş artıklar, Student türü artıklar, Cook Uzaklığı ve DFFITS değerleri incelenmektedir (Rawlings, 1988). Artıklara ilişkin çizilecek grafiklerin oluşturacağı şekiller, gözlem değerleri arasında aykırı değer sorunu olup olmadığı konusunda görsel bilgi verir. Diğer taraftan artık grafiklerinin incelenmesi çoklu regresyon modelinin yeterliliği ve modele ilişkin varsayımların geçerliliği konusunda da önemli bilgiler vermektedir. Student türü artık grafiklerine ilişkin bazı örnekler Şekil 1.3.'te verilmiştir. Model varsayımlarının yerine geldiği koşullarda, $\hat{Y}_i$ veya X_i değerlerine göre Student türü artıkların (r_i) nokta grafiğinin sıfır etrafında diktörtgen biçiminde rasgele bir dağılım göstermesi beklenir (Şekil 1.3.a). Şekil 1.3.b ve Şekil 1.3.c ile verilen sağa veya sola üçgen şeklinde ortaya çıkan saçılım grafiği, artık varyanslarının homojenliği varsayımının gerçekleşmediğini ortaya koyarken, Şekil 1.3.d ve Şekil 1.3.e ile verilen grafikler değişkenler arasında doğrusal olmayan bir ilişkinin varlığı konusunda bilgi verir. Şekil 1.3.f 'deki saçılım grafiği ise artıklar arasında ilişki olduğunu belirtmektedir (Alpar, 2003).



Şekil 1.3. Artıklara ilişkin saçılım grafiklerine ait bazı örnekler

1.2. Kümeleme Analizi

Çok boyutlu uzayda büyük ve karmaşık verilerin özetlenmesi ve tanımlanmasında yol gösterici bir yöntem olan kümeleme analizi (cluster analysis), son yıllarda en sık kullanılan çok değişkenli istatistiksel yöntemlerden biridir. Kümeleme analizi ile gözlenen birimlerin değişik sınıflar oluşturup oluşturmadıkları belirlenir. Everitt (1974) tarafından yapılan tanıma göre kümeleme, benzer olan bireylerin aynı gruba, benzer olmayan bireylerin ise farklı grup veya gruplara girmesi anlamına gelmektedir. Sharma (1996) ise kümeleme analizini, bir araştırmada incelenen birimleri aralarındaki benzerliklerine göre belirli gruplar içinde toplayarak sınıflandırma yapmayı, birimlerin ortak özelliklerini ortaya koymayı ve bu sınıflar ile ilgili genel tanımlamalar yapmayı sağlayan bir yöntem olarak tanımlamıştır.

Kullanım alanına bağlı olarak farklı disiplinlerde yapılan sınıflandırma işlemleri; nümerik taksonomi, Q analizi, tipoloji ve yığma gibi isimlerle de anılmıştır (Hair ve ark., 1998). Daha sonra biyoloji, botanik, zooloji, entomoloji, mikrobiyoloji, ekoloji, paleontoloji gibi birçok bilim dalında genel olarak “kümeleme analizi” ifadesi

kullanılmış ve insanlar, bitkiler, hayvanlar, hücreler, mikroorganizmalar bu yöntemle sınıflandırılmaya çalışılmıştır (Everitt 1979).

Canlılar arasındaki benzerlik ve/veya farklılıkların araştırılmasında belirli özellikler ele alınmakta ve sınıflandırmalar bu özelliklere göre yapılmaktadır. 18. Yüzyılda Adanson tarafından temelleri atılan sayısal sınıflandırma çalışmaları günümüzde gelişerek devam etmektedir. Başlangıçta yapılan çalışmalarda, bireylere ait özellikler teker teker ele alınmakta ve bireyler her bir özellik bakımından gruplandırılmaya çalışılmaktaydı. Bu yöntem sonucunda, bireyler bir özellik bakımından bir gruba, diğer bir özellik bakımından da ikinci bir gruba girebilmekteydiler. Bu nedenle bireyleri sınıflandırmada daha kesin kararlar vermeğe elverişli yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemler ile yapılan sınıflandırmalarda, bireylerin özelliklerinin ayrı ayrı ele alınması yerine, mümkün olduğu kadar fazla sayıda özellik eşzamanlı olarak dikkate alınması ve karmaşık yapılara sahip veri gruplarından, bireylerin veya özelliklerin kümelemesini yapmak ve benzer birimleri aynı kümeye toplamak mümkün olabilmektedir (Hawkins ve ark., 1982; Çelik, 1998). Böylece, analiz sonucunda elde edilen kümeler kendi içlerinde homojen (türdeş) iken, kendi aralarında heterojen olacaktır. Bu çerçevede, bir hayvan grubu veya sürüsünün birçok özellik bakımından homojen veya heterojen olup olmadığı incelenebilmektedir.

Homojen ve heterojen terimleri, kümelemeye çalışılan veri gruplarına göre bireylerin genel özelliklerini belirtir. Bu özelliklerin, kümelemenin her seviyesinde dikkate alınması gerekir. Kümeleme yöntemlerinde, iki bireyin veya değişkenin aynı kümede yer almasına neden olan kurallara önem verilir (Zupan, 1985).

Kümeleme analizinin genel amacı, gruplanmamış verileri benzerlik ve/veya farklılıklarına göre sınıflandırarak araştırmanın amacına uygun özet bilgiler elde etmektir. Böylece, araştırma kapsamında yer alan birimler veya değişkenler belirli ölçütlere göre gruplandırılabilir. Kümeleme analizinin bu genel amacının yanı sıra aşağıdaki özel amaçlardan da söz etmek mümkündür (Tatlıdil, 1996).

- Gerçek tiplerin (cinslerin-ırkların) belirlenmesi
- Model uydurmanın kolaylaştırılması

- Gruplar için ön tahminde bulunmak
- Hipotezlerin testi
- Veri yapısının netleştirilmesi
- Verilerin indirgenmesi (veriler yerine kümelerin değerlendirilmesi)
- Aykırı değerlerin tespit edilmesi

Kümeleme analizi, yukarıdaki amaçlar doğrultusunda sağlık bilimleri, fen bilimleri ve sosyal bilimler alanındaki farklı disiplinlerde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Genel olarak kümeleme analizinde küme sayısı önceden bilinmez ve küme yapılarına ilişkin herhangi bir varsayımda bulunulmaz. Sadece verilerin mevcut durumundan yola çıkarak kümeler elde edilir. Ayrıca, diğer çok değişkenli analiz yöntemlerinde önemli bir yer tutan verilere ilişkin normallik varsayımı kümeleme analizinde prensipte kalmakta ve sadece uzaklık değerlerinin normalliği yeterli görülmektedir (Tatlídil, 1996).

Canlılar arasındaki benzerlik ve/veya farklılıkların araştırılmasında belirli özellikler ele alınmakta ve sınıflandırmalar bu özelliklere göre yapılmaktadır. Araştırma kapsamında yer alan bireylerin veya bireylerin özelliklerine ilişkin değişkenlerin sınıflandırılmasına yönelik olarak yapılan kümeleme analizinin uygulama aşamaları aşağıdaki gibi verilebilir (Şahin ve Hamarat, 2002; Güler, 2006).

- Birim veya değişkenlerin doğal gruplamaları hakkında kesin bilgilerin bulunmadığı popülasyonlardan alınan n sayıda birimin, p sayıda değişkenine ilişkin gözlemlerin elde edilmesi (veri matrisinin belirlenmesi)
- Uygun bir benzerlik veya uzaklık ölçütü kullanılarak birim veya değişkenlerin birbiri ile olan benzerlik veya uzaklıklarının hesaplanması (benzerlik veya uzaklık matrisinin belirlenmesi)
- Uygun kümeleme yöntemi yardımı ile birimlerin veya değişkenlerin kümelere ayrılması

- Belirli ölçütler (benzerlik/uzaklık düzeyleri, dendrogram -ağaç grafiği- ve bazı parametreler vb.) dikkate alınarak küme sayısının saptanması ve elde edilen kümelerin yorumlanmasıyla birlikte kümeleme yapısına dayalı olarak kurulan hipotezlerin test edilmesine yönelik analitik tekniklerin uygulanması.

Küme, birbirlerine yakın bireylerin veya nesnelerin çok boyutlu uzayda oluşturdukları birlik olarak tanımlanabilir. Diğer bir ifadeyle bir küme, diğer kümelerdeki bireylere göre birbirlerine daha benzer olan bireylerin oluşturduğu gruptur (Balasko ve ark., 2004). Bu durumda küme kavramı, benzerlik (similarity) ve uzaklık (distance) kavramlarının tanımlanmasını beraberinde getirmektedir. Kümelerdeki noktaların geometrik olarak gösteriminde ikiden fazla boyut olduğunda, noktalar arasındaki uzaklıkları çok boyutlu olarak hesaplamak gerekmektedir (Johnson ve Wichern, 2002; Tatlıdil, 1996; Turanlı ve ark., 2006). Birimler arasındaki uzaklık ve benzerlik düzeyleri aşağıda verilen yöntemlere göre hesaplanmaktadır.

1.2.1. Uzaklık ve Benzerlik Ölçütleri

Uzaklık ve benzerlik ölçütleri ele alınan değişkenler açısından iki birim arasındaki uzaklık ve yakınlık değerlerini vermektedir. İki birim arasındaki büyük uzaklık (benzemezlik) değeri bu birimlerin birbirinden çok uzak olduğunu, küçük uzaklık değeri ise bu birimlerin birbirine çok yakın olduğunu gösterir. Benzer şekilde, iki birim arasındaki büyük benzerlik değeri bu birimlerin birbirine çok yakın olduğunu, küçük benzerlik değeri ise çok uzak olduğunu gösterir (Everitt, 1974).

Analizi yapılacak n bireyin p tane değişkeninin ölçümüyle elde edilen veriler, nxp boyutlu X veri matrisinde aşağıdaki gibi gösterilir.

$$X = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \dots & X_{1p} \\ X_{21} & X_{22} & \dots & X_{2p} \\ \cdot & & & \\ \cdot & & & \\ \cdot & & & \\ X_{n1} & X_{n2} & \dots & X_{np} \end{bmatrix}$$

X veri matrisinde X_{ij} , i. bireyin j. değişkeninin değerini belirtmektedir. Gözlenen bireylerin değişkenler üzerinde aldığı değerler nicel veya nitel olabilir. Eğer, bireylerin özellikleri ile ilgili değerleri nicel ise, veri matrisinde bu değerlere olduğu gibi yer verilir. Nitel ise, skorlanarak (0-1 gibi) veri matrisinde yer verilir (Jambu ve Lebeaux, 1983).

X veri matrisinde yer alan n birimin p değişkene göre uzaklıkları, uzaklık matrisi adı verilen D matrisiyle, D matrisinin elemanları ise $d_{ij}=d(x_i, x_j)$ biçiminde gösterilir. Diğer taraftan, birimlerin birbirleri ile olan benzerlik düzeyleri, benzerlik matrisi S, elemanları da $s_{ij}=s(x_i, x_j)$ biçiminde ifade edilir.

İki birimin seçilen değişkenler bakımından benzerliklerinin veya farklılıklarının incelenmesi durumunda, uzaklık ve benzerlik ölçütlerinin herhangi biri kullanılabilir. Uzaklık ölçütlerinin en küçük değeri 0, en büyük değeri ise sınırsızdır. Benzerlik ölçütlerinin ise en küçük değeri 0, en büyük değeri 1'dir.

Pozitif ve reel değerli bir fonksiyonun bazı şartları sağlaması gerekmektedir. $d(x_i, x_j)$ uzaklık değerleri aşağıda belirtilen şartları sağlaması durumunda uzaklık fonksiyonu olarak kullanılabilir (Tatlídil, 1996).

- $d(x_i, x_j) = d(x_j, x_i)$; simetri özelliği,
- $d(x_i, x_j) \geq 0$; negatif olmama özelliği,
- $d(x_i, x_j) = 0$; $i=j$ iken tanım özelliği,
- $d(x_i, x_j) \leq d(x_i, x_1) + d(x_1, x_j)$; üçgen eşitsizliği özelliği.

$s(x_i, x_j)$ benzerlik fonksiyonu için ise yukarıda belirtilen simetri özelliği [$s(x_i, x_j)=s(x_j, x_i)$] sağlanmalıdır. Bunun yanında, $s(x_i, x_j)$ benzerlik fonksiyonu, $0 \leq s(x_i, x_j) \leq 1$ aralığında değerler alır ve $i=j$ iken tanımlı olması için $s(x_i, x_j)=1$ olması gerekir.

Yukarıdaki tanım çerçevesinde X veri matrisinde yer alan n birimin p değişkene göre uzaklıklarını belirten simetrik D matrisi ile benzerliklerini belirten simetrik S matrisi aşağıdaki gibi gösterilir.

$$D = \begin{bmatrix} 0 & d_{12} & \dots & d_{1n} \\ d_{21} & 0 & \dots & d_{2n} \\ \cdot & & & \\ \cdot & & & \\ \cdot & & & \\ d_{n1} & d_{n2} & \dots & 0 \end{bmatrix} \quad S = \begin{bmatrix} 1 & s_{12} & \dots & s_{1n} \\ s_{21} & 1 & \dots & s_{2n} \\ \cdot & & & \\ \cdot & & & \\ \cdot & & & \\ s_{n1} & s_{n2} & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

X veri matrisinde yer alan her birimin kendi ile arasında hiçbir uzaklık olamayacağından, D uzaklık matrisinden de görüldüğü gibi d_{ii} köşegen elemanları 0 ve S benzerlik matrisindeki s_{ii} köşegen elemanları da 1 olmaktadır.

Uzaklık ve benzerlik ölçütleri, veri matrisinde yer alan değişkenlerin ölçü birimine göre farklılık göstermektedir. Bir diğer ifadeyle, araştırma kapsamındaki değişkenlere ilişkin verilerin nicel, nitel ve ikili durum (binary) gibi farklı özellikler taşıması kullanılacak uzaklık ve benzerlik ölçütlerini de belirlemektedir. Veri içerisindeki farklılıklar veya benzerlikler üzerinde temellenen ölçütler arasındaki seçim, özel bir uygulama için verideki hangi farklılık veya benzerliklerin önemli olduğuna dayandırılır (Spath, 1980; Tombak, 1996).

Bir araştırmada, ölçümlere ilişkin nicel değişkenler (aralık veya oransal ölçekle elde edilmiş değerler) kullanılıyorsa uzaklık veya ilişki türü ölçütlerden, nitel değişkenler (sayımla elde edilmiş değerler) kullanılıyorsa ki-kare (chi-square) veya fi-kare (phi-square) uzaklık ölçütlerinden yararlanılır. Ayrıca, ikili (binary) gözlemlere göre veriler elde edilmiş ise öklit, karesel öklit, size difference, pattern difference, Lance-Williams difference, shape difference gibi benzerlik veya uzaklık ölçütlerinden yararlanılmaktadır (Özdamar, 2004).

Koordinat sisteminde yer alan A ve B noktaları arasındaki doğrusal uzaklık iki boyutlu uzayda Pisagor bağıntısına göre, A'nın koordinat değerleri $A(x_1, y_1)$ ve B'nin koordinat değerleri $B(x_2, y_2)$ olmak üzere;

$$d(A,B)=\sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2} \quad [1.22.]$$

formülü ile hesaplanır. Noktaların geometrik olarak gösteriminde ikiden daha fazla boyut olması durumunda noktalar arasındaki uzaklıkların çok boyutlu olarak hesaplanması gerekir.

Ağırlık, uzunluk ve genişlik gibi nicel (quantitative) veya sürekli değişkenler ile yapılan uzaklık ve benzerlik hesaplamaları için her bir ölçüte ilişkin Çizelge 1.2 ve Çizelge 1.3'te verilen formüllerden yararlanılır (Ryzin, 1973; Duran ve Odell, 1974; Everitt, 1974; Tatlıdil, 1996; Tombak, 1996; Johnson ve Wichern, 2002; Özdamar, 2004).

Çizelge 1.2. Yaygın olarak kullanılan uzaklık ölçütleri

Uzaklık Ölçütü	Formül
Minkowski Uzaklığı	$d(x_i, x_j) = \left[\sum_{k=1}^p x_{ik} - x_{jk} ^m \right]^{\frac{1}{m}} \quad m \geq 1$
Ölçekli Öklit Uzaklığı	$d(x_i, x_j) = \left[\sum_{k=1}^p W_k (x_{ik} - x_{jk})^2 \right]^{\frac{1}{2}}$
Öklit Uzaklığı	$d(x_i, x_j) = \left[\sum_{k=1}^p (x_{ik} - x_{jk})^2 \right]^{\frac{1}{2}}$
Karesel Öklit Uzaklığı	$d(x_i, x_j) = \left[\sum_{k=1}^p (x_{ik} - x_{jk})^2 \right]$
Chebychev Uzaklığı	$d(x_i, x_j) = \max_k x_{ik} - x_{jk} $
Manhattan City-Block Uzaklığı	$d(x_i, x_j) = \sum_{k=1}^p x_{ik} - x_{jk} $
Mahalanobis Uzaklığı	$d(x_i, x_j) = (x_i - x_j)^T S^{-1} (x_i - x_j)$
Hotelling T ² Uzaklığı	$T^2 = \frac{n_1 n_2}{n} (\mu_{ik} - \mu_{jk})^T S^{-1} (\mu_{ik} - \mu_{jk})$
Canberra Uzaklığı	$d(x_i, x_j) = \sum_{k=1}^p \frac{ x_{ik} - x_{jk} }{x_{ik} + x_{jk}}$
Karl Pearson Uzaklığı	$d(x_i, x_j) = \sqrt{\sum_{k=1}^p \frac{1}{s_k^2} (x_{ik} - x_{jk})^2}$
Penrose Uzaklığı	$P_{ij} = \sum_{k=1}^p (\mu_{ik} - \mu_{jk})^2 / p V_k$

Çizelge 1.3. Yaygın olarak kullanılan benzerlik ölçütleri

Benzerlik Ölçütü	Formül
Kosinüs Benzerlik Ölçütü	$s(x_i, x_j) = \frac{\sum_{ij=1}^p (x_i x_j)}{\sqrt{(\sum_{i=1}^p x_i^2)(\sum_{j=1}^p x_j^2)}}$
Pearson İlişki Katsayısı	$s(x_i, x_j) = \frac{\sum_{ij=1}^p (Zx_i Zx_j)}{N - 1}$

Nicel değişkenler ile yapılan uzaklık hesaplamalarında kullanılan ve Çizelge 1.2’de verilen formüllerde ortak olarak kullanılan bazı parametrelerden;

$d(x_i, x_j)=d_{ij}$, x_i ve x_j gözlem vektörleri arasındaki uzaklık değerini,

x_{ik} , i ’inci birimin k ’inci değişken değerini,

x_{jk} , j ’inci birimin k ’inci değişken değerini ve

p , değişken sayısını göstermektedir.

p sayıdaki değişkene göre birimler veya değişkenler arasındaki uzaklıkları çok boyutlu olarak hesaplamak için kullanılan uzaklık ölçütlerine genel olarak Minkowski Uzaklığı adı verilmektedir. Minkowski Uzaklığı’na ilişkin eşitlik [1.23.]’te verilen formülde m üs değerini göstermektedir ve Minkowski Uzaklığı’nın $m=2$ için hesaplanan değeri Öklit Uzaklığı olarak bilinmektedir.

Ölçekli Öklit Uzaklığı (Scale Euclidean Distance), değişkenlerin ölçümlerinde farklı ölçü birimi (m, kg, kalori vb.) kullanılması veya değişkenlerin aynı ağırlıkta ölçeklenmemiş olması durumunda kullanılmaktadır. Ölçekli Öklit Uzaklığı’na ilişkin

formülde belirtilen W_k , k'inci standart sapma değerinin (S_k) veya dağılım aralığı değerinin (R_k) tersini ifade etmektedir. W_k 'nın S_k değerinin tersi olması durumunda elde edilen uzaklığa Karl Pearson uzaklılığı da denmektedir.

Öklit Uzaklığı (Euclidean Distance), en yaygın kullanıma sahip uzaklık ölçütlerinden biridir ve birimler veya değişkenler arasındaki uzaklıkların hesaplanmasında en tutarlı yöntem olarak kabul edilir (Özdamar, 2004). Bazı durumlarda, Öklit Uzaklığı yerine karesi olan Karesel Öklit Uzaklığı (Squared Euclidean Distance Measure) da kullanılmaktadır.

Öklit Uzaklığı, Minkowski Uzaklığı'ndaki $m=2$ ve Ölçekli Öklit Uzaklığı'ndaki $W_k=1$ olması durumunda kullanılır. Öklit Uzaklığı'nda, Çizelge 1.2'de verilen formülden de görüldüğü gibi uzaklık değeri, çok boyutlu uzayda i ve j noktaları arasındaki uzaklıkların karesinin alınması, karelerin tüm boyutlar itibarı ile toplanması ve elde edilen toplamın karekökünü alınmasıyla hesaplanır.

Öklit Uzaklığı, değişkenlerin ölçü birimlerinin farklılığından etkilenmez. Değişkenlerin ölçü birimleri değiştiğinde bireyler arasındaki uzaklıklar da değişmektedir. Değişkenlere ilişkin ölçü birimlerinin farklı olması durumunda veriler;

$$Z_{ik} = \frac{x_{ik} - \bar{x}_k}{S_k} \quad [1.23.]$$

eşitliği ile standart hale getirilerek Öklit Uzaklığı hesaplanır. Eşitlik [1.23.]'te S_k ; k'inci değişkenin standart sapmasını, x_{ik} : i'inci birimin k değişken değerini ve $\bar{x}_k$ ise k'inci değişkene ilişkin ortalamayı göstermektedir.

Chebychev Uzaklık Ölçütü, farkların mutlak değerinin maksimumu olarak tanımlanır. Manhattan City-Block Uzaklık ölçütü ise farkların mutlak değerinin toplamı olarak tanımlanır ve farkların karesi alınmadığı için geniş farklılıklar ağırlıklandırılmaz. Manhattan City-Block Uzaklığı, sadece Manhattan Uzaklığı veya sadece City-Block Uzaklığı şeklinde de ifade edilmektedir.

Mahalanobis Uzaklık Ölçütü, korelasyonlar sıfır olduğunda, standardize edilmiş değişkenlerle hesaplanmış öklit uzaklığına eşittir. Bu yüzden Mahalanobis Uzaklık Ölçütü'ne genelleştirilmiş Öklit Uzaklığı da denmektedir (Kopp, 1984). Çizelge 1.2'de verilen Mahalanobis Uzaklık Ölçütü formülündeki S^{-1} , toplanmış varyans-kovaryans matrisinin tersini göstermektedir.

İki grup veya kümenin ortalama vektörlerinin karşılaştırılmasında kullanılan Hotelling T^2 istatistiği, aynı zamanda uzaklık ölçütü olarak da kullanılmaktadır. Hotelling T^2 Uzaklığı'nın hesaplanmasına ilişkin verilen formülde, μ_{ik} ; i'inci kümenin k'ıncı değişken ortalamasını, μ_{jk} ; j'inci kümenin k'ıncı değişken ortalamasını, n_1 ; 1. kümedeki birim sayısını, n_2 ; 2. kümedeki birim sayısını ve n ise 1. ve 2. kümedeki toplam birim sayısını göstermektedir.

Canberra Uzaklık Ölçütü, farkların mutlak değerinin toplamlara bölünmesiyle elde edilir. Karl Pearson Uzaklığı ise Ölçekli Öklit Uzaklığı'nda $W_k=1/S_k^2$ olması durumunda hesaplanır. Burada verilen S_k değeri, k'ıncı değişkenin varyansını göstermektedir.

Çizelge 1.2'de verilen Penrose Uzaklık Ölçütü, birden fazla ölçüsü olan çok değişkenli kümeler arasındaki uzaklığın hesaplanmasında kullanılır. Penrose Uzaklığı'na ilişkin formüldeki V_k değeri, k'ıncı değişkenin tüm kümeler için toplanmış varyansını ifade etmektedir. Bu ölçüte ait uzaklığın hesaplanabilmesi için kümelere ilişkin ortalama, varyans ve ortak kovaryans değerlerinin bilinmesi gerekmektedir. Ayrıca, Penrose Uzaklık Ölçütü'nde değişkenler arasındaki korelasyonlar dikkate alınmamaktadır. Mahalanobis Uzaklık Ölçütü'nde kovaryanslar kullanıldığı için Penrose Uzaklık Ölçütü'nden daha iyi sonuç vermektedir (Manly, 1994).

Nicel değişkenlere ilişkin benzerlik hesaplamalarında kullanılan ve Çizelge 1.3'te verilen ölçütlerden Pearson İlişki Katsayısı, Kosinüs Benzerlik Ölçütü'ne göre çok daha sık kullanılan benzerlik ölçütüdür. Pearson ilişki katsayısını veren formülde, z_{xi} ; i. birimin z skor değerini, z_{xj} ; j. birimin z skor değerini ve N; toplam birim sayısını göstermektedir. Bilindiği gibi z skorları eşitlik [1.23.] ile elde edilir.

1.2.2. Kümeleme Yöntemleri

Türdeş olmayan populasyonlardaki birimleri görsel olarak daha alt sayıda model sınıflarına ayırma, model kalıpları belirleme ve verilerin temelinde yatan neden-sonuç ilişkilerini bilimsel olarak ortaya koymada kümeleme çözümlemesi etkin bir yöntemdir. Kümeleme çözümlemesinde, birey veya değişkenler arasındaki uzaklık veya benzerlik çerçevesinde, tüm ilişki çiftleri arasındaki çok değişkenli benzerliğin nicel bir ölçütü hesaplanarak, bu ölçüt aracılığı ile n bireyin ayrılabilceği türdeş alt grupları tanımlamak ve benzerlik düzeylerine göre birimleri bir araya getirerek kümeler ayırmak amaçlanmıştır (Dinçer, 1992).

Analizi yapılacak örnekleme ait değişkenler arasındaki uzaklık ve/veya benzerlik ölçüleri belirlenip matrisleri oluşturulduktan sonra, bireylerin kümeler (gruplara) atanması yapılır. Burada en önemli husus verilerin ve yöntemlerin özelliklerine göre kullanılacak yöntemin belirlenmesidir (Çelik, 1998).

Kümeleme analizine ilişkin yöntemler, uzaklık matrisi veya benzerlik matrisinden yararlanarak birimler veya değişkenleri kendi içerisinde homojen ve kendi aralarında heterojen gruplara ayırmaktadır (Özdamar, 2004). Veri matrisinden birimlerin ya da değişkenlerin kümelenmesinde bir çok yöntemden yararlanılmaktadır. Kümeleme yöntemleri, veri matrisinden elde edilen uzaklık ve benzerlik matrisini çözümleme biçimine ve grupları belirlemede (kümelemede) izledikleri yaklaşımlara göre beş gruba ayrılır (Marriott, 1971; Hawkins ve ark., 1982; Krzanowski ve Lai, 1988; Mardia ve ark., 1989). Bunlar;

- Aşamalı Kümeleme Yöntemleri (Hierarchical Clustering Methods)
- Aşamalı Olmayan Kümeleme Yöntemleri (Nonhierchical Clustering Methods)
- Ardışık Parçalama Yöntemleri (Iterative Partioning Methods)
- Optimizasyon Yöntemleri (Optimizin Procedures)
- Diğer Kümeleme Yöntemleri

olarak adlandırılırlar. Aşamalı ve Aşamalı Olmayan Kümeleme Yöntemleri bu yöntemler içerisinde en yaygın kullanıma sahip olan yöntemlerdir (Ward, 1963; Anderberg, 1973; Dinçer, 1992; Özdamar, 2004).

1.2.2.1. Aşamalı Kümeleme Yöntemleri

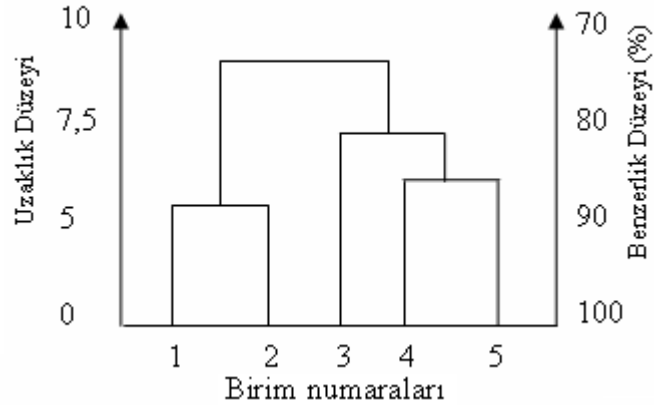
Aşamalı kümeleme yöntemleri (hierarchical clustering methods) birimlerin kümelenmesinde n birime ilişkin $n(n-1)/2$ sayıda, değişkenlerin kümelenmesinde de p sayıdaki değişkene ilişkin $p(p-1)/2$ sayıdaki çiftlerin aralarındaki uzaklık veya benzerlik düzeylerine göre, birimleri veya değişkenleri birbirlerine aşamalı biçimde bağlamayı amaçlayan yöntemlerdir (Murtagh, 1983; Wilkinson, 1984; Dinçer, 1992).

Aşamalı kümeleme yöntemlerinde işleyiş (uygulanan aşamalı kümeleme yöntemine göre değişse de) genel olarak aşağıda sıralanan dört adımda ifade edilebilir (Çetinel, 1982; Turanlı ve ark., 2006):

1. n adet birey, her biri bir bireyli n adet küme oluşturulur.
2. Benzerlik veya uzaklık matrisine göre en yakın veya en benzer iki birey kümelenir.
3. Küme sayısı bir indirgenerek yeni benzerlik ve uzaklık matrisi oluşturulur.
4. 2 ve 3. adımlar $(n-1)$ defa tekrarlanır.
5. Oluşan kümeler, benzerlik veya uzaklık düzeyine göre grafikte gösterilir.

Bu yöntemlerde, birimler uzaklık veya benzerlik düzeylerine göre birbirleriyle aşamalı olarak birleştirilerek bir ağaç grafiği oluşturmak üzere birbirlerine bağlanırlar. Daha açık bir anlatım ile aşamalı kümeleme, dendrogram olarak bilinen kümelerin ağaç yapısını ortaya koyarak bir küme hiyerarşisi ortaya çıkarır. Her küme düğümü ortak özelliklere sahip noktaların alt küme bölünmelerini içerir. Böyle bir yaklaşım, farklı seviyelerdeki düğümlerin dikkatle incelenmesine olanak tanır (Mardia ve ark., 1989; Kaufman ve Rousseeuw, 1990; Jain ve Dubes, 1998; Özdamar, 2004). Kümeleme sürecinin başlangıcında her birey bir küme olarak $(n-1)$ sayıda dal ile başlayarak) ağacın dallarını, süreç sonunda ise tüm bireyler bir kümede toplanarak ağacın gövdesini oluşturur ve dendrogram adı verilen grafik meydana gelir. Bu bağlantılar çeşitli uzaklık veya benzerlik ölçütlerinde birimlerin oluşturdukları alt kümeleri verir (Mardia ve ark., 1989; Johnson ve Wichern, 2002).

Dendrogram, Şekil 1.4.'te görüldüğü gibi x ekseninin birimlerin numaralarını, y ekseninin ise bağlantı uzaklıklarını veya benzerliklerini simgelediği bir grafik türüdür.



Şekil 1.4. Dendrogram (ağaç grafiği)

Aşamalı kümeleme yöntemleri ile yapılan kümeleme işleminde genellikle iki algoritmadan yararlanılır (Garety ve ark., 1988; Özdamar, 2004). Bunlar;

- Birleştirici aşamalı kümeleme yöntemleri (Agglomerative hierarchical clustering procedures)
- Ayırıcı aşamalı kümeleme yöntemleri (Divisive hierarchical clustering procedures)

olarak isimlendirilen algoritmalarıdır. Birleştirici aşamalı kümeleme yöntemleri, birim kümelerine ait alt kümelerinin ardı ardına toplanması yığılmasıyla, ayırıcı aşamalı kümeleme yöntemleri ise birim kümelerinin ardı ardına bölünmesiyle uygulanan yöntemlerdir (Anderberg, 1973). Şekil 1.4.'te verilen örnek dendrogram, beş birimin öklit uzaklığına göre birleştirici yöntem ile bağlanmasını göstermektedir.

Ayırıcı aşamalı kümeleme yöntemleri, başlangıçta tüm kümelerin bir küme oluşturduğunu kabul ederek birimleri aşamalı olarak 1, 2, 3, ..., n-2, n-1, n kümeye ayırmayı amaçlayan bir yaklaşımdır. Birimlerin tümü bir küme olarak ele alınır ve uzaklık veya benzerliklerine göre sırasıyla 2, 3, ..., n-1, n-1 ve n kümeye birleştirerek değişik aşamalardaki farklılıklara göre birimlerin birbirinden ayrışmaları

belirlenir. Ayırıcı aşamalı kümeleme yöntemi sık kullanılan bir yaklaşım değildir (Özdamar, 2004).

Birleştirici aşamalı kümeleme yöntemleri ise bir çekirdek etrafında küre veya elips şeklinde kümeleri birleştirir ve benzer birimleri bağlantı uzaklıkları göstererek, küme çekirdeği varsayımı kurmadan $(n-1)$ kümeden 1 küme oluşuncaya kadar aşama aşama birbirleriyle bağlanmalarını sağlar. Daha açık bir ifadeyle, başlangıçta tüm birimlerin tek başlarına ayrı birer küme oluşturduğunu kabul ederek, n birimi aşamalı olarak sırasıyla $n, n-1, n-2, \dots, 3, 2, 1$ kümeye yerleştirmeyi amaçlayan bir yaklaşımdır. Birleştirici aşamalı kümeleme yöntemlerinde her birim başlangıçta tek başına birer küme kabul edilir. Daha sonra birbirleriyle yüksek derecede benzerlik gösteren iki birim bir küme oluşturur. Bu kümeye değişik benzerlik düzeylerinde diğer birimler eklenerek birimlerin tümü bir kümede toplanacak biçimde birbirleriyle birleştirilirler. Birleştirici aşamalı kümeleme yöntemleri yaygın olarak kullanılan aşamalı kümeleme yaklaşımıdır (Chatfield ve Collins, 1980; Özdamar, 2004).

Küme oluşturan birimlerin birbirlerine bağlanmasında uzaklık veya benzerlik matrisinin farklı şekilde ele alınmasına göre bir çok birleştirici aşamalı kümeleme yöntemi geliştirilmiştir. Bunlardan en yaygın olarak kullanılanları;

1. Tek Bağlantı Kümeleme Yöntemi (Single Linkage Cluster Analysis)
2. Tam Bağlantı Kümeleme Yöntemi (Complete Linkage Cluster Analysis)
3. Ortalama Bağlantı Kümeleme Yöntemi (Average Linkage Cluster Analysis)
4. Ortanca Bağlantı Kümeleme Yöntemi (Median Linkage Cluster Analysis)
5. Merkezi Ortalama Bağlantı Kümeleme Yöntemi (Centroid Linkage Cluster Analysis)
6. En Küçük Varyans Kümeleme Yöntemi (Ward Method)

şeklinde sıralanabilir (Chatfield ve Collins, 1980; Özdamar, 2004).

Uygulamada sık bir şekilde kullanılan aşamalı kümeleme yöntemleri hakkında aşağıda özet bilgiler sunulmuştur (Anderberg, 1973; Everitt, 1979; Hawkins ve ark., 1982; Vogt ve ark., 1987; Özdamar 1988; Mardia ve ark., 1989; Dinçer ve ark., 1996; Sharma, 1996; Tatlıdil, 1996; Johnson ve Wichern, 2002; Özdamar, 2004).

1.2.2.1.1. Tek Bağlantı Kümeleme Yöntemi (TekBKY)

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.

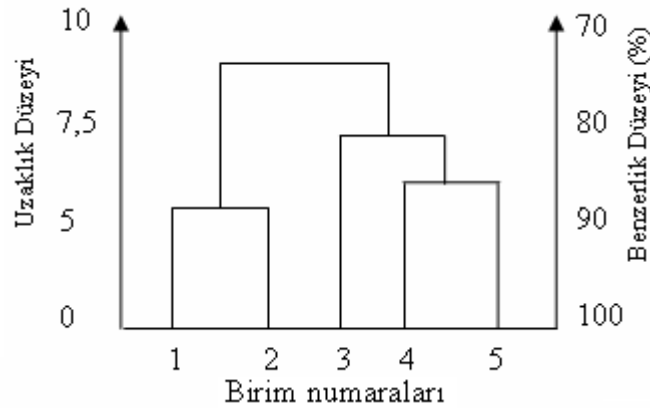
Bu yöntemde uzaklık veya benzerlik ölçülerinden her ikisi de kullanılabilir. Uzaklık ölçüleri kullanılıyorsa (birimler arası $n(n-1)/2$ adet uzaklık değeri küçükten büyüğe doğru sıralanarak) aralarındaki uzaklık en az (küçük) olan bireylerin kümelendirilmesiyle, benzerlik ölçüleri kullanılıyorsa (birimler arası $n(n-1)/2$ adet benzerlik değeri büyükten küçüğe doğru sıralanarak) aralarındaki benzerlik en fazla (büyük) olan bireylerin kümelendirilmesiyle işleme başlanır. Başka bir ifadeyle, uzaklıklar matrisi kullanılarak birbirine en yakın iki birim bulunur ve ilk çekirdek küme oluşturulur. Sonra birbirine yakın iki başka birim veya bu çekirdek gruba yakın başka bir birim bulunur ve küme genişletilir. i ve j 'inci bireyler kümelenecek ise, oluşan kümenin k 'ıncı bireyle ilişkisi uzaklık ve benzerlik ölçülerinde;

$$d_{k(i,j)} = \min (d_{ki}, d_{kj}) \quad [1.24.]$$

$$s_{k(i,j)} = \max (s_{ki}, s_{kj}) \quad [1.25.]$$

şeklinde bulunur. Burada, uzaklık veya benzerlik matrisi sürekli yenilenerek işlem devam eder ve birbirine en yakın olan noktalar gruplanır. Bu şekilde uzaklık yönünden en yakın olanlar en güçlü biçimde birbirilerine bağlanarak aşamalı olarak kümelendirilir.

Yukarıdaki bilgiler çerçevesinde, TekBKY'nin işleyişini daha açık bir şekilde göstermek üzere beş birime (bireye) ait Şekil 1.4.'te verilen dendrogram örneği aşağıda da gösterilmiş ve kısaca açıklanmıştır.



Şekil 1.5. TekBKY'ne ilişkin örnek dendrogram

Şekil 1.5.'te görüldüğü gibi, öncelikle uzaklık düzeyi minimum olan veya benzerlik düzeyi maksimum olan 1 ve 2. birimler bir küme oluşturmuş ve daha sonra oluşan yeni uzaklık veya benzerlik düzeylerine göre birbirlerine en yakın olan 4 ve 5. birimler bir küme oluşturmuştur. Bu durumun tekrarlanmasıyla birlikte önce 3 ile 4,5. birimler birleşmiş ve son olarak 1, 2 ile 3,4,5. birimler birleşmiştir. Böylece; 5 civarındaki uzaklıkta (yaklaşık %90 benzerlikte) [(1,2)-3-4-5] şeklinde dört küme, 6 civarındaki uzaklıkta (yaklaşık %85 benzerlikte) [(1,2)-3-(4,5)] şeklinde üç küme, 7 civarındaki uzaklıkta (yaklaşık %80 benzerlikte) [(1,2)-(3,4,5)] şeklinde iki küme ve daha yüksek uzaklıkta (veya daha düşük benzerlikte) [(1,2,3,4,5)] şeklinde bir küme oluşmaktadır.

1.2.2.1.2. Tam Bağlantı Kümeleme Yöntemi (TamBKY)

Tam Bağlantı Kümeleme (Complete Linkage Cluster) Yöntemi, Tek Bağlantı Kümeleme Yöntemi ile benzerlik gösterir, ancak TekBKY'nin tersine en uzak komşu özelliğine sahip olan birimlerin birbiri ile birleştirilmesi sonucu küme oluşturulan bir yöntemdir. Bir diğer ifadeyle, uzaklık ölçüleri kullanılıyorsa aralarındaki uzaklık en büyük olan bireylerin kümelendirilmesiyle, benzerlik ölçüleri kullanılıyorsa aralarındaki benzerlik en küçük olan bireylerin kümelendirilmesiyle işlem yapılır.

i ve j 'inci bireyler kümelendi ise, oluşan kümenin k 'ıncı bireyle ilişkisi uzaklık ve benzerlik ölçülerinde;

$$d_{k(i,j)} = \max (d_{ki}, d_{kj}) \quad [1.26.]$$

$$s_{k(i,j)} = \min (s_{ki}, s_{kj}) \quad [1.27.]$$

şeklinde bulunur ve TekBKY’nde olduğu gibi uzaklık veya benzerlik matrisi sürekli yenilenerek işlem devam eder. TamBKY’ne göre kümeleme bittiğinde, her küme için maksimum değer dikkate alınacağından, birbirine yakın kümeler meydana getirme eğilimini olabilecektir.

Tam Bağlantı Kümeleme Yöntemi’ne, En Uzak Komşu (Furthest Neighbor) Yöntemi, Maximum Yöntem, Sıralama Tip Çözümlemesi gibi isimler de verilmektedir.

1.2.2.1.3. Ortalama Bağlantı Kümeleme Yöntemi (OrtBKY)

Ortalama Bağlantı Kümeleme (Average Linkage Cluster) Yöntemi, Tek Bağlantı Kümeleme Yöntemi ve Tam Bağlantı Kümeleme Yöntemi arasında sonuçlar veren bir yöntemdir ve Grup Ortalaması Bağlantı Yöntemi olarak da bilinir. Kümeleme işlemi bu yöntemlerde olduğu gibi başlar, ancak kümeleme ölçütü olarak bir kümedeki birimlerden diğer kümedeki birimlere olan ortalama uzaklık kullanılır. Ayrıca, Tek Bağlantı ve Tam Bağlantı Kümeleme yöntemlerinde olduğu gibi uç (max veya min) değerler kullanılmaz ve ayırma işlemi uç değerlerin bir tek çiftinden çok, kümenin bütün elemanlarına dayandırılır. Ayrıca bu yöntem, kümeleri küçük varyanslarla birleştirmeye yönelik bir yöntemdir.

Birimler arasındaki S benzerlik matrisi elemanları göz önünde bulundurulursa, m kümesinden bir birim ve q kümesinden bir birim alınarak oluşturulan tr çiftinin benzerlik ölçüsü S_{tr} , m ve q kümelerine ait bu birimlerin benzerlik ölçülerinin;

$$S_{tr} = S_{mr} + S_{qr} \quad [1.28.]$$

şeklinde toplanması ile hesaplanır. En çok benzer çiftin bulunmasında grup içi benzerlik ortalaması m ve q kümelerine ilişkin benzerlik ölçülerinden ve birim sayılarından yararlanılarak;

$$\bar{S}_{mq} = \frac{T_m + T_q + S_{mq}}{(n_m + n_q)(n_m + n_q - 1) / 2} \quad [1.29.]$$

şeklinde hesaplanır. Burada T_m , m kümesi içindeki birimlerin tüm mümkün çift benzerlikleri toplamı; n_m , m kümesindeki birim sayısı; T_q , q kümesi içindeki birimlerin tüm mümkün çift benzerlikleri toplamı; n_q , q kümesindeki birim sayısıdır. S_{mq} minimum olduğunda m ve q kümeleri birleştirilir. Daha sonra bunların sıra ve sütunları S benzerlik matrisinden çıkarılarak, S matrisi yeniden oluşturulur. Bu işlem, tüm birimlerin kümelerden herhangi birine atanması sağlanıncaya kadar devam eder.

Lance ve Williams (1967) benzerlik ölçüleri kullanıldığında [1.29.] eşitliğinde ortalama almak yerine,

$$D_{mq} = \cos \left[\frac{1}{n_m n_q} \sum_{ij} \cos^{-1} S_{mq} \right] \quad [1.30.]$$

ilişisini kullanmanın daha iyi olacağını önermişlerdir.

1.2.2.1.4. Ortanca Bağlantı Kümeleme Yöntemi

Bu yöntem, genellikle değişkenlerin değerlerinin sıralı ölçekle elde edildiği veya ölçüm değerleri yerine skor değerleri ele alındığında ilgili kümelerin ortaya çıkarılmasında kullanılır.

Ortalama Bağlantı Kümeleme yönteminde olduğu gibi, m kümesinden bir birim ve q kümesinden bir birim alınarak oluşturulan tr çiftinin benzerlik ölçüsü S_{tr} , m ve q kümelerine ait bu birimlerin benzerlik ölçülerinin toplanması ($S_{tr}=S_{mr}+S_{qr}$) ile hesaplanır. Kümeler arasındaki mesafe;

Uzaklık türü bir ölçüt kullanıldığında,

$$d_{tr} = \frac{1}{2} (d_{mr} + d_{qr}) + \frac{1}{4} (d_{mq}) \quad [1.31.]$$

Benzerlik (ilişki) türü bir ölçüt kullanıldığında ise,

$$S_{tr} = \frac{1}{2} (S_{mr} + S_{qr}) + \frac{1}{4} (1 - S_{mq}) \quad [1.32.]$$

formülleri ile hesaplanır. Kümelerde yer alan birimler, yeni oluşan kümelerle olan uzaklık veya yakınlıkları dikkate alınarak birbirleri ile birleştirilir ve tüm birimler birbirleri ile uygun bir biçimde birleşinceye kadar [1.31.] veya [1.32.] eşitliğinde verilen işlem tekrarlanır.

1.2.2.1.5. Merkezi Ortalama Bağlantı Kümeleme Yöntemi

Bu yöntem, Ortalama Bağlantı Kümeleme yönteminin özel bir biçimidir ve grupların ortalamalarının alınmasına dayalıdır. Birleştirilecek kümenin ortalamasını hesaplamak için ağırlıklı ortalama kullanılır. Bu yöntemin diğer yöntemlere göre avantajlı tarafı, ağırlıkların her kümedeki birim sayısı ile orantılı olmasının gerekli olmamasıdır. Gruplardaki birey sayılarının eşit olmadığı ve aritmetik ortalamanın birey sayısı fazla olan grup tarafına kayacağından düşünülmesi durumunda bu yöntemden yararlanılabilir.

Bu yöntemde m ve q kümeleri ilk aşamada birleştirildikten sonra t kümesinin diğer bir r kümesi ile birleştirilmesinde S_{tr} ,

$$S_{tr} = \frac{n_m}{n} S_{mr} + \frac{n_q}{n} S_{qr} - \frac{n_m n_q}{n} S_{mq} \quad (n = n_m + n_q) \quad [1.33.]$$

şeklinde hesaplanır. [1.33.] eşitliğinde n_m , m kümesindeki birim sayısı, n_q ise q kümesindeki birim sayısıdır. Kümelerde yer alan tüm birimler birbirleri ile uygun bir biçimde birleşinceye kadar [1.33.] eşitliğinde verilen işlem tekrarlanır.

1.2.2.1.6. En Küçük Varyans Kümeleme Yöntemi

Bu yöntem, Ward (1963) tarafından geliştirildiği için Ward Yöntemi olarak da anılmaktadır. Geliştirilen bu yöntemde, hata kareler toplamı amaç fonksiyonu olarak alınmıştır. Bu yöntemde göre her adımda hata kareler toplamı hesaplanır ve hata kareler toplamını en az arttıran bireyler birleştirilir. Hata kareler toplamını en az arttıran uzaklık birimi ise Öklit Uzaklığı olarak belirlenmiştir.

En Küçük Varyans Kümeleme Yöntemi, olguların fonksiyonel ilişki içinde olduğu durumlarda, bilgi kaybının ortaya çıktığı veri yapılarına uygulanması için ileri sürülen bir yöntemdir. Bu yöntemle göre her birimin başlangıçta farklı bir alt grupta yer aldığı kabul edilir. Her aşamada iki alt grup bir sonraki seviyeyi oluşturmak için birleştirilir. Bu durumda $k(k-1)$ alt grup olduğu varsayılır. Eğer bir önceki seviyede k alt grup varsa bunlardan kayıp fonksiyonunun artışını en çok minimize eden grup seçilir. İki ya da daha fazla birleştirmeden oluşan aşamalar minimum değer ortaya koyuyorlarsa onlar arasından gelişigüzel bir seçim yapılır. Bu işlemler, tüm birimler aynı grupta yer alıncaya kadar tekrarlanır. Gelişigüzel kayıp fonksiyonunun seçimi küme ortalamalarından tüm birimlerin farklarının kareler toplamına (hata kareler toplamı) bağlıdır. K kümesinde yer alan n_i noktanın k kümesinin ortalamalar vektörüne olan Öklit Uzaklıkları toplamı, hata kareler toplamıdır ve W_k olarak ifade edilir. Hata kareler toplamı;

$$W_k = \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^{nk} (X_{ijk} - \bar{X}_{ik})^2 \quad [1.34.]$$

şeklinde hesaplanır. Burada, W_k değeri $k=1,2,\dots,n$ kümelerde hesaplanarak, toplam küme içi hata kareler toplamı,

$$W = \sum_{i=1}^n W_k \quad [1.35.]$$

şeklinde hesaplanır. En Küçük Varyans Kümeleme Yöntemi, daha çok birey sayısı fazla olduğunda başvurulmuş bir yöntemdir.

Tatlıdil (1996)'e göre, Tek Bağlantı Kümeleme Yöntemi sağlıklı sonuçlar vermesi açısından tercih edilse bile, işlemlerin uzun sürmesi açısından sakıncalıdır. Tam Bağlantı Kümeleme Yöntemi ise özellikle aynı küme içerisindeki bireylerin uzaklıklarının belli bir değerden küçük olması durumunda tüm kümelerin sağlıklı bir şekilde oluşturulmasını garanti etmemektedir. Son yıllarda sıkça kullanılan Ortalama Bağlantı Kümeleme Yöntemi, bu iki uç yöntem arasında daha sağlıklı sonuçlar vermesi nedeniyle bir alternatif olarak önerilebilir. Ayrıca Merkezi, Ortanca ve En Küçük Varyans kümeleme yöntemleri de bu üç yöntemin benzeri olup uygulamada çok sık kullanılmamaktadır.

1.2.2.2. Aşamalı Olmayan Kümeleme Yöntemleri

Aşamalı olmayan kümeleme yöntemleri (nonhierarchical clustering methods), istenilen küme sayısının oluşturulabilmesi için bir parametre bulunmasını amaçlar. Bu yöntem, birimlerin rasyonel olarak seçilen sayıda küme oluşturmasını sağlayan ve bu kümelerdeki birimlerin p sayıda değişkene ilişkin istatistiklerini elde etme ve kümelerin temel özelliklerini belirleme imkanı veren bir yöntemdir. Bu yaklaşımda, aşamalı olarak alt kümelerin (grupların) birbirlerine bağlanma düzeyleri ve bağlantı uzaklıkları yerine, tek seviyede olayı çözümlmek ve küme yapısını bulmak amaçlanmaktadır. Küme sayısı arttırıldığında ikinci bir çözüm bulunursa, oluşturulan bu kümeler ilk çözümde elde edilen kümenin bir alt kümesi olmayacak, başka bir küme olarak nitelendirilecektir. Böylece aşamalı yöntemde birbirleriyle bağlanarak ana kümeyi oluşturan birimler gerçekte başka özellikler gösteren kümeler olacaktır (Özdamar, 1988; Dinçer, 1992; Johnson ve Wichern, 2002).

Aşamalı kümeleme yöntemlerinde bir birim, kümeye herhangi bir yöneme göre girmişse, sonradan kendisi için daha uygun bir küme olduğu ortaya çıksa bile, girdiği kümeden çıkamamaktadır. Aşamalı olmayan kümeleme yöntemlerinde ise araştırmacı, baştan belirli bir küme sayısı saptar, bireyler bu sayıya göre ayrılırlar, daha sonraki adımlarda yöntemin özelliğine göre, bireylerin yerleri değişebilir (Çelik, 1998). Aşamalı olmayan kümeleme yöntemlerinde genel işleyiş aşağıda verilmiştir (Anderberg, 1973; Johnson ve Wichern, 2002):

- Belirli sayıda çekirdek nokta veya çekirdek kümeler oluşturulur;
- İşleme çekirdek kümelerle başlanmışsa, her gözlem en yakın çekirdek kümeye atanır, çekirdek noktalar algoritma boyunca değişmez;
- İşleme çekirdek kümelerle başlanmışsa, kümelerin ortalaması alınarak, yakınlık ölçüsüne göre gözlemler en yakın kümeye atanır;
- Yeni küme ortalamaları bulunur ve bireylerin yerleri değişmez oluncaya kadar işleme devam edilir.

Bu şekilde, başlangıçta bireyin atandığı kümeden kendisine daha yakın bir küme varsa, birey o kümeye geçebilir. Böylece başlangıçta olabilecek hatalı ayırma düzeltilmiş olacaktır (Çelik, 1998).

Aşamalı olmayan kümeleme yöntemleri içinden son yıllarda en yaygın biçimde kullanılan yöntemler;

- k-Ortalamlar Kümeleme Yöntemi (k-Means Clustering Method)
- Medoid Kümeleme Yöntemi (Medoid Clustering Method)
- Bulanık Kümeleme Yöntemi (Fuzzy Clustering Method)

şeklinde sıralanabilir (Özdamar, 2004). Özellikle k-Ortalamlar Kümeleme Yöntemi Aşamalı olmayan kümeleme yöntemleri içerisinde çok yaygın bir kullanıma sahiptir. Aşağıda k-Ortalamlar, Medoid ve Bulanık Kümeleme yöntemleri ile ilgili özet bilgiler sunulmuştur.

1.2.2.2.1. k-Ortalamlar Kümeleme Yöntemi

İlk olarak MacQueen (1967) tarafından ortaya atılan k-Ortalamlar Kümeleme Yöntemi (k-Means Clustering Method), sürekli olarak kümelerin yenilendiği ve en uygun çözüme ulaşana kadar devam eden döngüsel bir algorithmadan oluşur. Yöntem, n birimin m kümeye ayrılmasında p boyutlu uzayda gösterimi olan en yakın ortalamaya ilişkin çekirdek noktaya atanmasını içerir. Ortalamalar, başlangıçta alınan m noktanın değerleridir. Bu yöntemde, n birimin kümelere ayrılması; olasılık kurallarına göre çekirdek noktalar belirleyerek, rasgele belirlenen m küme sayısı seçerek veya verilerin incelenmesi sonucu deneysel olarak seçilen m sayıda küme belirleyerek yapılabilir. Ayrıca, k-Ortalamlar Kümeleme Yöntemi, birimlerin incelenmesi ile $k=2$ 'den başlayarak küme sayılarını her defasında arttırarak deneysel olarak en uygun kümelemeyi bulma şeklinde uygulanabilir (Anderberg, 1973; Kristeller ve Robbin, 1989; Dinçer, 1992).

k-Ortalamlar Kümeleme yönteminde birimlerin m sayıda kümeye ayrılmasında teorik olarak şöyle bir süreç izlenir. Deneysel veya olasılık kurallarına göre

belirlenmiş m nokta, oluşacak kümelerin merkezleri olarak kabul edilir. Bu çekirdekler etrafında, minimum varyans veren noktalar aranır ve veri yapısına göre ilk ele alınan noktaların minimum varyans kavramını doğrulayıp doğrulamadığı araştırılır. Eğer seçilen nokta hala geçerli küme çekirdeği özelliğini taşıyorsa işlem devam eder. Eğer çekirdek veri yapısı içinde minimum varyans kavramını gerçekleştiriyorsa gerçek noktalardan en uygun olanı çekirdek ile yer değiştirir. Bu işlem en uygun kümeler içi varyansın minimum, kümeler arası varyansın en büyük olduğu koşul gerçekleşinceye kadar devam eder ve birimlerin kümelere atanması optimum düzeyde sağlanır (Dinçer, 1992).

Bu yöntemde birimler, kümeler içi kareler toplamı en olacak biçimde k kümeye bölünmektedir. Yani, p değişkenli $x_1, x_2, \dots, x_n$ gözlem vektörleri, çok boyutlu X uzayında birer nokta olarak düşünülecek olursa ve aynı uzayda, $a_{1n}, a_{2n}, \dots, a_{kn}$ her grup birey için küme merkezleri olarak seçildiğinde;

$$W_n = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \min_{1 \leq j \leq k} \|x_i - a_{jn}\|^2 \quad [1.36.]$$

kuralı gereğince birimler en yakın kümede sınıflanmaktadır. Yukarıda belirtilen teorik süreç doğrultusunda bu yöntemin bilgisayar algoritmalarındaki pratik işleyişi şu şekildedir (Tatlıldil, 1996):

1. İlk k gözleminin herbiri bir gözlemli küme olarak alınır.
2. Kalan $n-k$ gözlemin herbiri, ortalaması en yakın olan kümeye atanmakta ve her atamadan sonra küme ortalamaları yeniden hesaplanmaktadır.
3. Tüm gözlemlerin (birimlerin) kümelere atanması bittikten sonra n gözlemin son olarak bulunmuş küme ortalamalarına göre yeniden atanmaları yapılır.
4. Bir önceki kümeye göre son elde edilen kümelemede kümelerarası gözlem geçişi durana kadar 3. adım tekrarlanır.

1.2.2.2.2. Medoid Kümeleme Yöntemi

Medoid Kümeleme Yöntemi, k-ortalamlar yöntemine çok benzeyen bir yöntemdir. Hatta bazı paket programlarda k-Means ve Medoid Kümeleme birlikte ele alınarak incelenmektedir. Medoid Kümeleme Yöntemi; N birimin, küme içi gözlemlerin benzer ve kümelerarası gözlemlerin farklı olacak biçimde “Medoid” adı verilen k kümeyi tanıtıcı çekirdek noktalar yardımı ile kümelere ayrılmasını amaçlar. Medoid’ler bir kümede belirlendikten sonra her birim aralarındaki benzerliklerin maksimum ve farklılıkların minimum olduğu en yakın Medoid’e sahip olan kümeye atanır. Bu nedenle kaç Medoid belirleneceği önem taşımaktadır. Medoid’lerin belirlenmesinde Spath (1980) tarafından ileri sürülen rasgele seçilen küme konfigürasyonları yaklaşımı ve Kaufman ve Rousseeuw (1990) tarafından ileri sürülen tanıtıcı birimler seti yaklaşımıdır. Spath yaklaşımında çekirdek noktaların belirlenmesinde en iyi başlama noktaları konfigürasyonu, Ağırlıklı Yöntem ve Rasgele sayılar seti yaklaşımlarıdır (Özdamar, 2004).

Kaufman ve Rousseeuw (1990) yaklaşımında her bir küme içi elemanlar arasındaki toplam D uzaklığını minimize etmek için iki aşamalı bir yaklaşım içermektedir. İlk olarak k tane kümeleri belirtmede uygun olan k küme tanıtıcı birimler seti. Bu birimler küme merkezler olarak alınır. Diğer k-1 birim sırası küme merkezi olarak alınarak işlem tekrarlanır. D’nin değeri azaltılmaya çalışılır. İkinci aşamada birinci aşamadaki seçime alternatif k tanıtıcı noktalar seti oluşturulur ve işlem ilk aşamadaki gibi tekrarlanır. Bu işlem D’nin minimizasyonu sağlanıncaya kadar sürdürülür ve optimum çözüme ulaşıldığında işlem durdurulur. K birim seçimi $k=2,3,4,\dots$ biçiminde aşamalı olarak yapılabilir. Uygun kümelemede çekirdek sayısı ve bu çekirdek noktalarına göre belirlenen kümelerin uygunluğu için “gölge (siluet) istatistiği”nden yararlanılır. Gölge istatistiği (s) aşağıdaki biçimde hesaplanır (Özdamar, 2004).

1. A kümesindeki n birimden i. birimin tüm diğer birimlere olan uzaklıkları ortalaması a, aşağıdaki formül ile belirlenir.

$$a = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n d_{ij} ; n \in A \quad [1.37.]$$

2. A kümesi dışında fakat i. birimin en yakın komşu olduğu ve elemanları arasındaki ortalama farklılığın en küçük olduğu B kümesindeki elemanlar ile i. birimi uzaklıklarının ortalaması b, aşağıdaki formül ile belirlenir.

$$b = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n d_{ij} ; n \in B, i \in A \quad [1.38.]$$

3. a ve ortalama değerleri kullanılarak i. birimin gölge istatistiği s aşağıdaki kurallara göre hesaplanır.

Eğer A kümesi eleman sayısı $n=1$ ise $s=0$

Eğer $a < b$ ise $s = 1 - a/b$

Eğer $a > b$ ise $s = b/a - 1$

Eğer $a=b$ ise $s = 0$

Tüm birimler için gölge istatistiği hesaplanır. s istatistiği -1 ile +1 arasında değişim gösterir. Gölge istatistiği, i. birimin kendi kümesi içindeki diğer birimlerle farklılığını en yakın komşu diğer kümedeki birimlerin farklılığı ile karşılaştırmayı sağlar. s, +1'e yakın ise, i. birim doğru sınıflandırılmıştır. Küme içi elemanları ile olan farklılığı en yakın komşu küme ile olan uzaklıklarından daha küçüktür. s, sıfıra yakın ise, i. birim A ve B kümeleri arasındadır. A kümesine keyfi olarak atandığı varsayılır. s, -1'e yakın ise, i. birim A kümesine yanlış olarak atanmıştır. En yakın komşu kümenin elemanı olması gerekir. Kaufman ve Rousseeuw (1990) Medoid kümelemede küme sayısını belirlemek için tüm birimlerin s değerleri ortalaması (ortalama gölge istatistiği, $\overline{SC}$) istatistiğinden yararlanılır. $\overline{SC}$ 'nin en büyük olduğu kümeleme çözümü uygun çözüm olarak alınır. $k=2,3,\dots$ için kümeleme çözümlerinden maksimum değerli $\overline{SC}$ 'ye sahip çözüm uygun kümeleme çözümü kabul edilir. Ortalama gölge istatistiği $\overline{SC}$ 'nin en büyük olduğu k küme sayısı çözümü uygun kümeleme çözümü olarak kabul edilir (Özdamar, 2004).

1.2.2.2.3. Bulanık Kümeleme Yöntemi

Bulanık kümelerin kümelemede kullanımı ilk kez Bellman ve ark. (1966) tarafından önerilmiştir. Ruspini (1969), veri setinin küme yapısını anlatmak için özel kriter fonksiyonları ile bulanık bölümlendirme kavramını ortaya atmış ve optimum bulanık bölünmeyi hesaplamak için bir algoritma önermiştir. Daha sonra Bezdek ve Dunn (1975) ve Bezdek (1980), Bulanık c-Ortalamalar olarak bilinen algoritmaların sonsuz ailelerini elde etmek için yaklaşım geliştirmişler ve kümelerin şekillerindeki farklılıkları dikkate alarak çeşitli algoritmalar ileri sürmüşlerdir (Ulutağay, 2004).

Kümeler, klasik ve fuzzy (bulanık) olarak adlandırılan iki grupta incelenebilir. Bir klasik kümenin karakteristik fonksiyonu, evrensel kümedeki her bir elemana 1 veya 0 değeri atar. Elemana 1 değeri atanırsa, bu elemanın söz konusu kümeye ait, 0 değeri atanırsa, o kümeye ait olmadığı ifade edilir. Fuzzy küme ise üyeleri kesin olarak belirli olmayan ama aday elemanların söz konusu kümeye üyelik derecelerinin bulunduğu bir kümedir. Üyelik değerlerinin büyük olması daha yüksek derecede küme üyeliğini belirtir (Şahinli, 1999).

Yaygın olarak kullanılan kümeleme yöntemleri birimler arasındaki uzaklıklara dayanan uzaklık veya benzerlik matrisine göre işlem yaptıklarından, bazı kümeleme yöntemleri ele alınan farklı ölçütlere göre farklı sonuçlar verebilmektedir. Ayırmaya dayanan kümeleme yöntemleri her veri setinin her bir birimini sadece bir kümeye yerleştirir. Diğer bir ifadeyle, klasik kümeleme yöntemleri her bir birim için kesin karar alırlar ve bir kümeye atarlar. Sonuçları itibariyle yaklaşık aynı sonuçları veren kümeleme algoritmalarında bazı birimlerin farklı kümelerde yer aldığı gözlenebilmektedir. Bu tip durumlarda birimlerin küme üyeliklerinde bir bulanıklık söz konusu olmakta ve birimlerin küme üyeliklerinde bir kararsızlık ortaya çıkmaktadır. Bulanık Kümeleme Yöntemi (Fuzzy Clustering Method) bu tip durumları tanımlamak amacı ile geliştirilen önemli bir yöntemdir (Hamarat, 1998; Şahin ve Hamarat, 2002). Özetle, Bulanık Kümeleme Yöntemi, birimler kümelerine göre birbirinden belirgin bir şekilde ayrılmıyorsa veya küme üyeliklerinde bazı birimler kararsız bir durum yaratıyorsa uygun bir yöntem olarak ortaya çıkmaktadır.

Bulanık Kümeleme Yöntemi, k-Ortalamlar ve Medoid kümeleme yöntemlerinin geliştirilmiş halidir. Bu yöntemde de, n birimin k kümeye ayrılması esas alınır, ancak bu birimlerden bazıları herhangi bir kümeye girmeye zorlanmaz. Bulanık kümeler kümedeki birimin üyelik olarak tanımlanan 0 ile 1 arasındaki her bir birimi belirleyen fonksiyonlardır. Birbirine çok benzeyen birimler aynı kümede yüksek üyelik ilişkisine göre yer alırlar. Bundan dolayı Bulanık Kümeleme Yöntemi, birimlerin kümeye ya da kümelere ait olabilme katsayılarını hesaplar. Üyelik katsayılarının toplamı daima 1'e eşittir. Böylelikle birim en yüksek üyelik katsayısına sahip olduğu kümeye atanır. Üyelik fonksiyonları, kümedeki elemanlar sürekli veya süreksiz olsun bir bulanık kümedeki bulanıklığı karakterize eden fonksiyonlardır. Klasik kümeleme yöntemlerinde ise her bir birim sıfır olmayan sadece bir üyelik katsayısına sahiptir ve bu değer daima 1'dir. Dolayısıyla, klasik kesin kümeleme yöntemleri, bulanık çözümlemenin sınırlı bir durumudur (Kaufman ve Rousseeuw, 1990; Bezdek ve Pal, 1992; Özdamar, 2004; Şahin ve Hamarat, 2002).

Bulanık Kümeleme Yöntemi'nde Bezdek ve ark. (1987) tarafından ileri sürülen ve Kaufman ve Rousseeuw (1990) tarafından geliştirilen algoritma kullanılır. Bu algoritmada, uzaklıklar ve küme üyeliklerinden hesaplanan C objektif fonksiyonunu minimize etmek amaçlanır (Özdamar, 2004). Bu yöntem bulanık eşitlik ilişkisine dayalı aşamalı kümeleme yöntemi olarak adlandırılır (Klir ve Yuan, 1995). C amaç fonksiyonunda üyelik fonksiyonları şu kısıtlara sahiptir:

$$1- u_{iv} \geq 0 \text{ ise } i=1, \dots, n \text{ ve } v=1, \dots, k \quad [1.39.]$$

$$2- \sum_{v=1}^k u_{iv} = 1 = \%100 \text{ ise } i=1, \dots, n \quad [1.40.]$$

Burada her bir i birimi ve her bir v kümesi u_{iv} 'nin bir üyesi olacaktır. u_{iv} , i. birimin v kümesine ne kadar ait olduğunu gösterir. Bu şartlar altında amaç fonksiyonu aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$C = \sum_{v=1}^k \frac{\sum_{i,j=1}^n u_{iv}^2 u_{jv}^2 d(ij)}{2 \sum_{j=1}^n u_{jv}^2} \quad [1.41.]$$

Burada, $d(i, j)$, i ve j . birimler arasındaki uzaklık (benzerlik); u_{iv} , i . birimin v . kümeye bilinmeyen üyeliğini ve u_{jv} , j . birimin v . kümeye bilinmeyen üyeliğini tanımlar. Bulanık kümelemede her bir birimin tüm kümelere olan üyelik katsayıları toplamı daima 1 olacak şekilde pozitifdir. Bulanık kümelemenin, kesin kümelemeden ne kadar uzakta olduğu Dunn ayrıştırma katsayısıyla değerlendirilir. Bu katsayı elde edilen kümenin ne kadar bulanık olduğuna ilişkin bir fikir verir. Dunn Ayrıştırma Katsayısı, tüm üyelik katsayılarının kareler toplamının birim sayısına bölünmesiyle,

$$F_k = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sum_{v=1}^k u_{iv}^2 \quad [1.42.]$$

hesaplanır. F_k her zaman $[1/k, 1]$ aralığında bulunur. Böylelikle birimlere ilişkin üyelik matrisi elde edilir.

$$F_k^1(u) = \frac{F_k(u) - \frac{1}{k}}{1 - \frac{1}{k}} = \frac{kF_k(u) - 1}{k - 1} \quad [1.43.]$$

Dunn Ayrıştırma Katsayısı;

- Tamamen bulanık kümeleme durumunda tüm $u_{iv} = \frac{1}{k}$ ise $F_k = nk \frac{1}{nk^2} = \frac{1}{k}$ olur.
- Kesin kümeleme durumunda tüm $u_{iv} = 0$ veya $F_k = \frac{n}{n} = 1$ olur.

Dolayısıyla Dunn katsayısı 0 durumunu tamamen bulanık ve 1 durumunu da kesin küme durumları olarak göstermektedir. Küme sayısından bağımsız olarak 1'den (kesin kümeden) 0'a (bütünüyle bulanık) çeşitlilik göstermek üzere, bu katsayı küme sayısından bağımsız olarak normalleştirilirse,

$$F_k^1(u) = \frac{F_k(u) - \frac{1}{k}}{1 - \frac{1}{k}} = \frac{kF_k(u) - 1}{k - 1} \quad [1.44.]$$

şeklinde normalleştirilebilir ve bu şekilde Normalleştirilmiş Dunn Katsayısı elde edilir. Bu katsayı [0-1] aralığında yer alır ve Bulanıksızlık Endeksi (Nonfuzziness Index) olarak isimlendirilir (Kaufman ve Rousseeuw, 1990; Bezdek ve Pal, 1992; Şahin ve Hamarat, 2002). Bulanık kümeleme yönteminde kümelerin ne derece kararlı yapıda olduğu veya birimlerin o kümede ne derece iyi kümelandikleri gölge istatistiği veya siluet katsayısı (Sillhoutte Coefficient, SC_i istatistiği) ile belirlenir ve SC_i [-1, 1] arasında değer alır. Gölge istatistiğinin her bir küme sayısı itibarı ile ortalaması $\overline{SC}$ ile gösterilir. Ortalama gölge istatistiği $\overline{SC}$, analiz sonucunda oluşan kümelerden hangi küme sayısının uygun olduğunu belirtir ve Medoid Kümeleme Yöntemi'nde belirtildiği gibi hesaplanır.

1.2.3. Küme Sayısının Belirlenmesi

Aşamalı kümeleme yöntemleri sonucunda küme sayısının belirlenmesi analizin en önemli süreçlerinden biridir. Kümeleme analizinde küme sayısının belirlenmesine yönelik pek çok çalışma yapılmakla birlikte günümüzde çok da güvenilir sonuçlar vermeyen bazı yöntemlerden yararlanılmaktadır. Küme sayısına karar vermede yararlanılan en pratik yol, 1967 yılında Friedman ve Rubin tarafından geliştirilen ve aşağıda verilen eşitlikle elde edilen katsayısının kullanılmasıdır. Bu yöntemde küme sayısı (k),

$$k = \sqrt{n/2} \quad [1.45.]$$

biçimde belirlenmektedir (Hartigan, 1975). Ancak, bu formülün örneklem hacminin büyük olması durumunda iyi sonuçlar vermediği genel bir kanı haline gelmiştir.

Küme sayısının belirlenmesine yönelik başka bir yöntem ise Marriot (1971) tarafından önerilmiştir. Bu yöntemde W, grup içi kareler toplamı matrisi olmak üzere;

$$M=k^2|W| \quad [1.46.]$$

eşitliğinden elde edilen bu kriterde en küçük M değerini veren küme sayısı (k), uygun küme sayısı olarak ele alınmaktadır.

Küme sayısının belirlenmesi için aşamalı kümeleme yöntemlerinde analiz sonucunda elde edilen dendrogramlar da incelenmektedir. Ancak, bazı araştırmalarda birim sayısının fazla olması ve dendrogramın birleşim düzeyinde büyük değişiklikler olmasından dolayı küme sayısına karar vermek için dendrogram doğru bir fikir vermeyebilir (Johnson, 1998).

Küme sayısını belirlemede bazı yöntemlerden yararlanılsa bile bu konuda araştırmacının bilgi düzeyi, mesleki tecrübesi ve sonuçların anlamlı olup olmaması en önemli etkidir (Tatlídil, 1996).

1.2.3.1. Küme Sayısının Belirlenmesinde Ayırma Analizinin Kullanılması

Birimlerin gruplandırılmasında kullanılması nedeniyle kümeleme ve ayırma analizi (discriminant analysis) arasında benzerlik olmakla birlikte, iki yöntem arasında önemli farklılıklar bulunmaktadır. Ayırma analizinde küme sayısı bilinmekte ve bu sayı analiz süresince sabit kalmaktadır. Kümeleme analizinde ise küme sayısı önceden bilinmemektedir (Yıldız, 1998).

Ayırma analizi, X veri setindeki değişkenlerin iki veya daha fazla gerçek gruplara ayrılmasını sağlayan, birimlerin p tane özelliğini ele alarak bu birimlerin doğal ortandaki gerçek gruplarına optimal düzeyde atanmalarını sağlayacak fonksiyonlar türeten bir yöntemdir. Ayırma analizi grupların kovaryans matrislerinin eşit olup olmamasına göre farklı biçimlerde uygulanmakta olup, doğrusal (linear) ve karesel (quadratic) ayırma analizi olarak iki grupta incelenmektedir. Doğrusal ayırma analizi, tüm grupların kovaryans matrislerinin benzer olduğunu varsayar. Karesel ayırma analizi ise tüm grupların kovaryans matrislerinin benzer olduğu varsayımını kullanmaz. Doğrusal ve karesel ayırma analizlerinin temel amacı, açıklayıcı değişkenlere ilişkin belirlenmiş ayırma fonksiyonlarına göre gözlemleri iki veya daha fazla gruba ayırmayı ve yeni gözlemleri bu gruplara atamayı sağlamaktır (Özdamar, 2004).

Aşamalı olmayan kümeleme yöntemlerinde, aşamalı kümeleme yöntemlerine ilişkin yukarıda belirtilen yöntemler ile elde edilen küme sayısı kullanılabilir. Ancak, aşamalı olmayan kümeleme yöntemlerinde küme sayısının belirlenmesi için en çok tercih edilen yöntem; $k=2, 3, 4, \dots$ biçiminde ardışık olarak küme sayısını bir artırarak oluşan kümelemede birimlerin hangi kümeye ait olduğuna ilişkin küme kodlarını (küme üyelik skorlarını) kullanarak yeni veri yapısına ayırma analizi uygulamak ve Wilk's Lamda değerini bulmaktır. Burada, en yüksek önemliliğe sahip Wilk's Lamda değerine ait küme sayısı uygun parçalama olarak kabul edilmektedir (Özdamar, 2004).

1.2.4. Hayvancılık Alanında Kümeleme Analizi İle İlgili Yapılan Araştırmalar

Yukarıda verilen bilgiler çerçevesinde, istatistik biliminin önemli bir konusunu oluşturan çok değişkenli istatistiksel yöntemler içerisinde son yıllarda en sık başvurulan 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.

Festing ve Bender (1984) tarafından yapılan çalışmada, Ratlarda akraba hatları arasındaki genetik ilişkilerin incelenmesi için 28 biyokimyasal lokusta genetik işaretlere göre kümeleme analizi uygulanmıştır. 28 lokus ve 93 örneği kapsayan 46 rat hattındaki genetik benzerlikler kümeleme analizi ile değerlendirilmiştir. 17 hattan her biri 1'den fazla koloni ile temsil edilmiştir. Bu 17 hattan 10'u arasında maksimum genetik benzerlik saptanmıştır. Ayrıca 10 hattan 4'ü arasındaki benzerliğin genetik kontaminasyona bağlı olabileceği sonucuna varılmıştır. Sonuçta genetik olarak farklılıklar gösteren 52 hat tanımlanmıştır.

Peters ve Martinelli (1989), mikroorganizmaların sınıflandırılmasından ve bunlar arasındaki benzerlik derecelerinden yararlanarak ve gen bankasındaki örneklerin ilişki dereceleri doğrultusunda, benzerlik matrisi ile ayrılma derecelerini hesaplamak amacı ile aşamalı kümeleme analizi yöntemi uygulamışlardır.

Kopylovskaya ve Merson (1981) yaptıkları çalışmada, kanatlı yetiştiriciliğinde melez iki hatta uygulanan kümeleme analizi ile dişilerde ilk yumurtlama yaşı ve

yumurtlama yoğunluğu, yumurtlama persistansı, beden ağırlığı ve yumurta ağırlığı; erkeklerde ise beden ağırlığı ve beden ölçüleri, semen özellikleri, cinsel olgunluk özellikleri olmak üzere 3'er küme oluşturmuşlardır. Araştırmada, yüksek ve kaliteli semen verimi ve cinsel olgunluk özelliklerine sahip horoz yetiştirmek için 3 aşamalı seleksiyon uygulanması gerektiği sonucuna varılmıştır. Gintovt ve ark. (1986) tarafından yapılan çalışmada, 27 ırk grubundan 120 tavuğun 34 ayraç bakımından kan grupları belirlenmiş ve kümeleme analizi uygulanarak genetik benzerlik-benzemezlikleri incelenmiştir.

Kumar ve Varna (1991), özkardeş tavukların sınıflandırılmasında kümeleme analizi uygulamışlardır. 10 özkardeş aileden 4-8 haftalık yaşta toplam 497 hayvan üzerinde beden ağırlıkları ve yumurtadan çıkış özellikleri esas alınarak Mahalanobis'in genetik mesafe analizi kullanılmış ve aileler arasında önemli genetik benzemezlikler tespit edilmiştir.

Hart ve Hart (1985) tarafından yapılan araştırmada, ev köpeklerinin seçilmesinde cinsiyet ve ırka özgü davranış özelliklerine kümeleme analizi uygulanmıştır. Bu amaçla, 56 köpek ırkı 13 davranış özelliği yönünden incelenmiş ve yapılan faktör analizi sonucunda 13 özellikten toplam varyasyonun % 81'ini oluşturan canlılık, asabiyet ve eğitilebilirlik özellikleri ele alınmıştır. Bu üç özelliğe göre yapılan kümeleme analizi ile köpek ırklarından 7 küme elde edilmiştir. Bu kümeler spor, iş, avcılık, teriyer ırkları içerisindeki alt grupları bir dereceye kadar tanımlamıştır.

Tanabe ve ark. (1991) yaptıkları çalışma ile kan proteinlerindeki genetik varyasyonların evcil hayvanların gruplandırılmasında başarılı sonuçlar alınmasına ve hayvan populasyonları üzerindeki filogenetik çalışmalarda önemli mesafeler kat edilmesine yol açmışlardır. Araştırmacılar Japon yerli ırk köpeklerle, Asya ve Avrupa köpek ırkları arasındaki ilişkileri açıklamak amacıyla kümeleme analizi kullanmışlar ve 10 Japon, 1 Kore, 2 Asya, 15 Avrupa, 7 Tayvan, 5 Bangladeş ırkı olmak üzere 40 ırktan 2959 köpeğe ait kan örneklerini incelemişlerdir. İncelenen 25 lokustan 14'ünde polimorfizm tespit edilmiştir. İncelenen tüm lokuslardaki gen frekanslarıyla elde edilen genetik mesafeler ve hazırlanan dendrogramla kümeleme analizi yapılmıştır. Analiz sonucunda Japon ırkı köpeklerin orijinlerinin Tayvan, Bangladeş ve Güneydoğu Asya'dan 8000-9500 yıl önce getirilen köpeklerle, 1700-

2000 yıl önce Kore yarımadasından getirilen köpeklerden oluştuğu sonucuna varılmıştır.

Jordana ve ark. (1992), İspanyol köpek ırkları arasındaki genetik ilişkileri kümeleme analizi ile incelemişlerdir. Bunun için lokustan elektroforez ile elde edilen gen frekansları kullanılarak İspanyol köpek ırklarından 10'u arasındaki filogenetik ilişki incelenmiştir. Değişik köklerden gelen 4 atasoyu arasındaki farklılıklar değerlendirilmiş ve yaklaşık 30000 ile 55000 yıl önce birbirlerinden farklılaşmaya başladıkları sonucuna varılmıştır.

Zhang ve ark. (1986), Çin domuz ırklarının performanslarına ait verilerde kümeleme analizi uygulamışlardır. 42 ırktan 18 performans özelliğinin kullanıldığı çalışmada üç grup tespit edilmiştir. Murata ve Koiso (1988), Japonya'da Landrace ırkı domuzları, 19 büyüme ve karkas özelliğine göre kümeleme analizi ile incelemişler ve ele alınan değişkenlerin benzerlik bakımından 3 grup altında toplandığını saptamışlardır. Franci ve ark. (2001) ise farklı genotipteki domuzların yağ deposu arasındaki ilişkileri incelemişlerdir.

Asher ve ark. (2005) tarafından yapılan çalışmada, doğurgan kırmızı geyiklerin üreme performansları ve vücut özellikleri incelenmiş ve geyikler omuz genişliği, vücut uzunluğu, baş genişliği, baş uzunluğu ve canlı ağırlık gibi değişkenlere göre üç grupta toplanmıştır.

Pinto ve ark. (2008), Mangalarga atlarının morfolojik özelliklerinin cinsiyete göre farklılıklar gösterip göstermediğini çok değişkenli istatistiksel yöntemler ile incelemişler ve dişi ve erkek olmak üzere iki kümeye ayrılan atlarda vücut özelliklerine ilişkin bazı değişkenler bakımından farklılıklar gözlemlendiğini belirtmişlerdir. Ayrıca, uygulanan ayırma (discriminant) analizi sonucunda doğrusal ayırma fonksiyonlarına ilişkin regresyon modelleri oluşturulmuştur. Zechner ve ark. (2001) ise Lipizzan atlarını morfolojik özelliklerine göre çok değişkenli istatistiksel yöntemler ile incelemişlerdir.

Xu ve Chen (1990) tarafından yapılan çalışmada, Yunan ve Güneydoğu Asya sığırlarının 9 beden ölçüsü ele alınarak vücut özellikleri incelenmiş ve genetik

mesafenin tespitinde kümeleme analizi uygulanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, Yunan bölgesinde bulunan sığırlar 3 grupta kümelendirken, her iki bölgede bulunan sığırlar ise 6 gruba ayrılmıştır.

Beaudeau ve ark. (1996) tarafından Fransa’da yapılan araştırmada, 67 süt sığırcılık işletmesinde çalışan süt sığırı yetiştiricileri genetik, üreme, kotalar, sağlık hizmetleri ve üretim sistemlerinin özelliklerine ilişkin görüşleri alınarak kümeleme analizi ile incelenmiş ve çiftçiler analiz sonucunda seçiciler, pasif gelenekçiler, idealistler, ılımlılar ve kuralcılar olmak üzere beş grup altında sınıflandırılmıştır.

Rousing ve Wemelsfelder (2006) tarafından yapılan çalışmada, bir çiftlikteki ineklerin sosyal davranışlarına göre kalitatif bir değerlendirme yapılmış ve 25 video klipten elde edilen gözlemlere göre inekler sınıflandırılmıştır. İneklere yönelik olarak yapılan gözlemler sonucunda, rahat-sakin (relaxed-calm) ve agresif-sinirli (aggressive-bullying) özellik gösterenler bir grupta yer alırken, pasif-edilgen (passive-indifferent) ve girişken-oynak (sociable-playful) özellik gösterenler ise diğer bir grupta yer almışlardır.

Nesse ve Larsen (1987) ise 292 keçinin serumunu antilenfosit reaktivitesi bakımından incelemişler ve kümeleme analizi ile 15 farklı lenfosit antijen sınıfı belirlemişlerdir. Bouloc ve Boichard (1991) tarafından yapılan çalışmada, keçilerde laktasyon uzunluğu, ortalama günlük protein verimi ve persistans parametreleri kriter olarak ele alınarak kümeleme analizi ile sınıflandırılmış ve çalışmanın materyalini oluşturan 88 bin 550 baş ergin yaştaki keçi sekiz grupta toplanmıştır.

Capote ve ark. (1998) tarafından yapılan araştırmada, Kanarya keçileri (Kanarya Adaları’nda yaşayan keçiler) morfolojik özelliklerine göre çok değişkenli istatistiksel yöntemler ile incelenmiş ve keçiler vücut özellikleri açısından farklı sayıda (2,3,4...) kümelere ayrılarak ayırma (discriminant) analizi ile gruplanmıştır. Macciotta ve ark. (2002) tarafından yapılan araştırmada ise 780 baş Sadra keçisi beslenme özellikleri ve somatik değişkenler açısından çok değişkenli istatistiksel yöntemler ile incelenmiştir. Araştırmada, keçiler dikkate alınan değişkenler bakımından üç grupta toplanmıştır.

Owens ve ark. (1985), Booroola Merinos genotiplerinin sınıflandırılmasında ovulasyon oranı kullanmışlar ve Öklit mesafesinin maksimizasyonu veya grup-içi kareler toplamının minimizasyonu ile gruplandırılan koyunların kareler toplamı kriter alınarak kümeleme analizi uygulamışlardır. Kümeleme analizi kullanılarak bu üç kritere göre yapılmış olan sınıflamanın, klasik sınıflandırma yöntemlerinde kriter olarak alınan homozigot, heterozigot veya taşıyıcı olmayan homozigot şeklindeki sınıflandırmaya benzerlik gösterdiği saptanmıştır. Krogmeier ve ark. (1990), koyunlarda döl verimi özellikleri, büyüme hızı, karkas kalitesi ile kuzuların et kalitesi arasındaki ilişkileri incelemek için kümeleme analizi uygulamışlardır. Streitz ve ark. (1995) tarafından yapılan araştırmada, Alman Mutton merinosu besi kuzularının beden kompozisyonlarının incelenmesi amacı ile regresyon ve kümeleme analizi uygulanmıştır. Kas ve yağ bölgeleri manyetik rezonans (MR) ile incelenmiş ve elde edilen bulgular doğrultusunda kuzuların dört kümede toplandığı görülmüştür.

Yukarıda belirtildiği gibi, hayvanların fenotipik değerlerine uygulanarak populasyonun durumu hakkında bilgi vermesi ve populasyondaki bireylerin incelenen özellikler bakımından birbirlerine ne kadar uzakta ve yakında olduklarının gösterilmesi açısından hayvancılık alanında yapılan araştırmalarda kümeleme analizi sıkça başvurulmuş bir yöntemdir. Türkiye’de ise hayvancılık alanında kümeleme analizinin uygulandığı araştırma sınırlı sayıdadır.

Erdoğan ve Özbeyaz (2004) tarafından yapılan çalışmada, Türkiye’de yetiştirilen bazı köpek ırkları arasındaki genetik ilişkiyi belirlemek amacıyla protein polimorfizminden yararlanılmıştır. Araştırmada; Akbaş, Kangal, Alman Çoban Köpeği, Doberman, Labrador, Setter ve Pointer köpek ırklarına ait toplam 276 köpekten kan alınmış ve kümeleme analizi ile incelenmiştir. Araştırma sonuçları, Setter ırkı hariç diğer ırklar arasında genetik uzaklık değerleri bakımından büyük farklar bulunmadığını göstermiştir. Yapılan kümeleme analizine göre Pointer ve Akbaş ırkları bir küme oluşturmakta, daha sonra bu kümeye Alman Kurt Köpeği ve Labrador ırkının da dahil olması ile başka bir küme oluşmaktadır. Doberman ve Kangal ırkları ise başka bir küme oluştururken Setter ırkı iki kümeye de girmemiştir.

Özbeyaz ve ark. (1999) tarafından yapılan çalışmada, Türkiye’de yetiştirilen çeşitli kültür (Holştayn, Jersey ve Esmer) ve yerli sığır (DAK, GAK, YK ve Boz)

popülasyonları arasındaki genetik ilişkiler kümeleme analizi ile incelenmiştir. Analiz sonucunda üç ana sınıf tespit edilmiştir. GAK ve Jersey ırkları birbirinden uzak olan iki farklı kümeyi oluştururken, bunların ortasındaki ana kümede ise Esmer, Holştayn ve yerli sığır (DAK, YK ve Boz) popülasyonlarından oluşan üç alt grup yer almıştır.

Yıldız ve ark. (2001), Türkiye'deki bazı İsviçre Kahverengisi ineklerindeki genetik çeşitliliği kümeleme analizi ile incelemişlerdir. Araştırmada; Malya, Konuklar, Anadolu, Eskişehir ve Van olmak üzere beş alt popülasyonun genetik uzaklık değerleri hesaplanmıştır. Araştırma sonuçları, Konuklar grubunun Eskişehir grubu ile yakın bir genetik ilişkiye sahip olduğunu göstermekte ve bu iki grup bir kümede toplanmaktadır. Bu iki gruba genetik bakımından yakın olan diğer grupların ise sırasıyla Anadolu, Malya ve Van olduğu gözlenmiştir.

Doğan (2002) tarafından yapılan araştırmada, 1980-1998 yılları arasında satışa sunulan 535 erkek, 392 dişi olmak üzere toplam 927 Arap tayı; cidago yüksekliği, göğüs çevresi, incik çevresi gibi vücut ölçülerine göre aşamalı olmayan kümeleme yöntemlerinden k-ortalamalar kümeleme yöntemi ile incelenmiş ve vücut özellikleri ve yaş değişkenine göre erkek taylar 16, dişi taylar ise 14 farklı kümeye ayrılmıştır.

Çelik (1998) tarafından yapılan çalışmada, Tarım Bakanlığı Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsünde yetiştirilen Ankara (Tiftik) Keçilerinin tiftik özelliklerine ait 1989 ile 1997 yılları arasında toplam 1354 hayvana ait tutulan kayıtlar kümeleme analizi ile incelenmiştir. Araştırmada, aşamalı kümeleme yöntemlerinden Tek Bağlantı Kümeleme Yöntemi ve uzaklık ölçütü olarak Öklit uzaklığı kullanılmıştır. Araştırma sonucunda, dişi Ankara keçilerinin erkeklere göre az sayıda küme oluşturdukları ve daha homojen oldukları saptanmıştır.

Gürçan ve Akçapınar (2002), Alman Et ve Karacabey Merinosu koyunlarını canlı ağırlıkları, vücut ölçüleri ve yapağı inceliği yönünden kümeleme analizi ile incelemişlerdir. Aşamalı (hiyerarşik) kümeleme yönteminden Tek Bağlantı Kümeleme Tekniği ve Öklit uzaklığı kullanılarak yapılan kümeleme analizi sonucu elde edilen ağaç diyagramında iki genotipin vücut ölçüleri arasında benzerlik görülmüştür. Her iki genotipde 1,5 ve 2,5 yaşlıların oluşturduğu alt grupta heterojenlik, 3,5, 4,5 ve 5,5 yaşlıların oluşturduğu alt grupta ise homojenlik

görülmüştür. Her iki genotip grubu birlikte değerlendirildiğinde sürünün %98,9'u bir kümede toplanmıştır. Araştırmada, bu bulguların Karacabey Merinosu genotipinin, bu merinosun elde edilmesinde baba ırkı olarak kullanılan Alman Et Merinosu genotipine benzer hale geldiğini gösterdiği belirtilmiştir.

1.3. Vücut Ölçüleri ve Canlı Ağırlık Tahmini

Hayvan yetiştiriciliğinde başarı; yetiştirilecek ırkın isabetli tespitine ve damızlık seçiminin iyi yapılmasına bağlıdır. Gerek ırkın tespitinde gerekse damızlık seçiminde vücut yapısının göz önünde bulundurulması önem taşır. Hayvan vücudunda çeşitli dokuların ve organların gelişme durumu hayvanın dış yapısında kendini gösterir. Hayvanlarda görülen et, süt ve yapağı gibi verim tipleri vücudun yapılışı ve dış görünüşü bakımından farklılık gösterir (Akçapınar ve Özbeyaz, 1999).

Vücut ölçüleri, hayvanların morfolojik yapısı ve gelişme kabiliyeti hakkında bilgi vermesi bakımından önem taşır. Hayvanlarda et verimi hayvanın beden iriliği ile yakından ilgilidir. Bu nedenle koyun yetiştiriciliğinde et veriminde artış sağlamak için yüksek yapılı, bedeni uzun, geniş ve derin hayvanlar yetiştirilmesi hedeflenmektedir (Batu ve ark., 1963; Akçapınar, 1983; Ünal, 2002).

Vücut ölçüleri; ırk, cinsiyet, verim tipi ve yaş gibi faktörlere göre değişiklik gösterir. Vücut ölçüleri ile ilgili farklı ölçüler kullanılmaktadır. Koyunlarda en çok alınan ölçüler; baş uzunluğu, baş derinliği, alın genişliği, kulak uzunluğu, vücut uzunluğu, cidago yüksekliği, sağrı yüksekliği, göğüs derinliği, göğüs çevresi, omuzlar arası genişlik, incik çevresi, kuyruk uzunluğu ve kuyruk genişliğidir (Gürcan ve Akçapınar, 2006).

Canlı ağırlık, hayvanların yaşam süreleri boyunca üzerinde önemle durulan bir özelliğidir. Tip belirleme, yemden yararlanma, gelişim seyrinin incelenmesi ve besi sonuçlarını değerlendirme çalışmalarında canlı ağırlık en önemli ölçüt olarak kullanılmaktadır.

Canlı ağırlık saptamasında kullanılan tartı aletlerinin (baskül) her zaman ve her yerde kullanılması mümkün olmadığı için zaman zaman sorun yaşanmaktadır. Özellikle

köy koşullarında hayvanlarda canlı ağırlığın dolaylı veya daha kolay yöntemlerle tahmini bir ihtiyaç olarak değerlendirilmektedir. Bu durumda, besicilere ve satıcılara gerek besi devresi sırasında gerekse satış esnasında mümkün olduğu kadar az hata ile hayvanların canlı ağırlıklarını tahminine yarayacak yöntemlerin geliştirilmesi fayda sağlayabilecektir (Karakaya, 1998).

Günlük canlı ağırlık artış hızı canlı yaşamının ilk dönemlerinde doğal olarak düşük olup giderek en yüksek düzeye çıkar ve ergin yaşa doğru tekrar yavaşlar. Büyüme ve gelişme döneminde, canlıda ağırlık artışı olduğu gibi beden yapısında ve şeklinde de gelişmeler olmaktadır. Bu dönemde canlı ağırlık ile vücut ölçüleri arasındaki ilişkinin düzeyi ve seyrinin bilinmesi, hem büyüme ve gelişme dönemine ışık tutması bakımından, hem de vücut ölçülerinden yararlanılarak yapılacak canlı ağırlık tahmini için büyük önem taşımaktadır (Karakaya, 1998).

İstatistiksel yöntemlerin gelişimine paralel olarak canlı ağırlık tahmininde doğrusal ve doğrusal olmayan regresyon modelleri kullanılmaktadır. Yapılan araştırmalar, canlı ağırlık tahmininde, doğrusal olmayan regresyon modellerinin belirli bir büyüme döneminde, doğrusal regresyon modellerinin ise yaş aralıklarına göre oluşturulacak alt gruplarda daha iyi sonuç verdiğini göstermektedir (Johansson ve Hildeman, 1954; İslam ve ark., 1994). İslam ve ark. (1994) tarafından yapılan araştırmaya göre, hayvanın canlı ağırlığı direkt olarak yaşın doğrusal bir fonksiyonu değildir. Bununla birlikte, yaş grupları için hayvanların canlı ağırlık tahmininde doğrusal regresyon modellerinin kullanılmasının faydalı sonuçlar doğuracağı belirtilmektedir.

Öztürk ve ark. (1994) tarafından yapılan araştırmada, Konya Merinoslarında canlı ağırlıkla bazı vücut ölçüleri (cidago yüksekliği, vücut uzunluğu, göğüs derinliği, göğüs genişliği, göğüs çevresi ve ön incik çevresi) ilişkiler araştırılmış ve vücut ölçüleri arasındaki korelasyon katsayıları ile canlı ağırlık tahminine ilişkin çoklu doğrusal regresyon modeli belirlenmiştir. Araştırmada, canlı ağırlık ve incelenen vücut ölçüleri arasındaki korelasyon katsayıları önemli bulunmuş ($p<0,01$) ve canlı ağırlık tahmininde, göğüs çevresi ölçüsünün en uygun ölçüt olacağı vurgulanmıştır.

Karakaya (1998), Holştayn buzağı ve danalarda beden ölçüleri kullanılarak yapılan canlı ağırlık tahmininde çoklu doğrusal regresyon analizi uygulamış ve cinsiyet

grubu olarak gerek dişi gerekse erkeklerde canlı ağırlık tahmininde kullanılacak en iyi vücut ölçüsünün göğüs çevresi ve beden uzunluğu olduğunu belirtmiştir. Gürcan (2000) tarafından Alman Et Merinosu ve Karacabey Merinoslarının bazı vücut ölçülerinin kullanılarak canlı ağırlık tahminine yönelik yapılan araştırmada, canlı ağırlık ile arasında en yüksek korelasyon katsayısı olan değişkenlerin sırası ile göğüs çevresi, sırt uzunluğu, vücut uzunluğu ve göğüs derinliği arasında olduğu belirtilmiştir.

Kul ve Şeker (2000)'in, İvesi erkek toklularda beden ağırlığı, canlı beden ve kemik ölçüleri ile bazı karkas ölçüleri ve özellikleri arasındaki ilişkileri tespit etmek amacıyla Fırat Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği'nde bulunan 25 baş İvesi erkek toklu üzerinde yaptıkları çalışmada değişkenler arasında anlamlı ilişkiler bulunmuş ve en yüksek ilişki beden ağırlığı ile göğüs çevresi arasında hesaplanmıştır.

Riva ve ark. (2004) tarafından yapılan çalışmada, Bergamasca koyunlarının vücut ölçüleri tespit edilmiş ve canlı ağırlık tahmininde vücut ölçüleri değişkenlerini kullanarak çok değişkenli doğrusal regresyon modelinin oluşturulabileceği belirtilmiştir.

Çankaya ve Kayaalp (2007) tarafından yapılan çalışmada, Alman Alaca x Kıl melezinden alınan bazı vücut ölçüleri ile canlı ağırlıklar arasındaki ilişkinin çok değişkenli analizlerden kanonik korelasyon analizi ile tahmini yapılmıştır. Çalışmada, Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi'nin Süt Keçiciliği İşletmesi'nde yetiştirilen 86 baş Alman Alaca x Kıl melezi oğlaklarından ölçülen 8 farklı morfolojik özellik (X değişken kümesi – cidago yüksekliği (CY), vücut uzunluğu (VU), göğüs genişliği (GG), göğüs çevresi (GÇ), göğüs derinliği (GD), ön, orta ve arka sağrı genişliği (ÖSG, OSG, ASG)) ile üç farklı dönemde alınan canlı ağırlıklar (Y değişken kümesi – oğlağın doğum ağırlığı (DA), sütten kesim ağırlığı (KA) ve altıncı ay ağırlığı (AAA)) arasındaki ilişkiyi tahmin etmek için kanonik korelasyon analizi (KKA) uygulanmıştır. Birinci kanonik değişken çifti arasında, tahmin edilen kanonik korelasyon katsayısı (KKK), (0.931) önemli bulunmuştur ($P < 0.01$). Ayrıca, X ve Y değişken kümeleri için oluşturulan kanonik değişkenlerin açıklayıcı gücüne en büyük katkıyı da göğüs derinliği ve göğüs çevresinin sağladığı belirlenmiştir. Elde

edilen bulgular, farklı dönemlerdeki canlı ağırlıkların varyasyona en fazla katkısı, diğer vücut ölçümleri ile kıyaslandığında göğüs derinliği ve göğüs çevresinin sağladığını göstermektedir. Çalışmanın sonucunda, süten kesim döneminde ölçülen göğüs derinliği ve göğüs çevresinin, Alman Alaca x Kıl melezi keçilerinin canlı ağırlıklarını artırmak için erken seleksiyon kriteri olarak kullanılabileceği belirtilmektedir.

Vücut ölçülerinin kullanılmasıyla yapılan canlı ağırlık tahmini çalışmalarında yaygın olarak kullanılan beden ölçüleri; göğüs çevresi, beden uzunluğu ve cidago yüksekliğidir. Vücut ölçüleri ile canlı ağırlık arasındaki ilişkiler; türe, ırka, beslenme düzeyine, yaşa ve beden büyüklüğüne göre farklılık gösterebilmektedir (İslam ve ark., 1994). Dolayısıyla canlı ağırlık tahmini için elde edilen bir formül, diğer bir ırka uygulanamayabilir. Hatta genetik ve çevresel faktörlerden dolayı aynı ırktan sürüler arasında bile verimler yönünden farklılıklar görülebilir (Kesici, 1979; Alpan ve Arpacık, 1996; Akçapınar, 2000a).

1.4. Karayaka ve Bafra (Sakız x Karayaka G₁) Koyunları

Türkiye hayvancılığı içerisinde koyun yetiştiriciliği önemli bir yere sahiptir. Türkiye’de meraların önemli bir bölümü düşük kalitelidir. Koyun yetiştiriciliği, bu düşük kaliteli meraların en iyi şekilde değerlendirilmesine imkan sağlar ve ayrıca hayvan ve yem materyali bakımından öz imkanlarla yapılabilecek olan bir yetiştiricilik dalıdır. Türkiye’de TÜİK tarım istatistiklerine göre 25 milyon baş civarında koyun bulunmasına karşın yaklaşık % 95’i düşük verimli yerli ırklardan oluşmaktadır (Güney ve ark., 1990; Akçapınar ve ark., 2000; Akçapınar, 2000a; Ünal, 2002).

Üretimde kalite ve miktarın artırılması, yeni ırkların temin edilmesi veya bakım-yönetim teknikleri yanında genetik yapının ıslahına yönelik çalışmalarla mümkündür. Genetik yapının ıslahı, saf yetiştirme ve melezleme sistemlerinin uygulanmasıyla olmaktadır (Aydoğan ve Gül, 1992). Farklı iki ırka ait hayvanlar arasındaki birleştirmelerle yapılan yetiştirmeye melezleme, elde edilen yavruya ise melez denir (Akçapınar ve Özbeyaz, 1999).

Saf yetiştirmede genetik yapının iyi bir düzeye çıkarılması yoğun ve dikkatli bir seleksiyon ile sağlanabilir. Bazı teknik ve mali sebepler, bu yol ile ilerlemeyi yavaşlatmaktadır. Bu nedenle daha kısa zamanda daha iyi sonuçlara ulaşmak için düşük verimli ırkların yüksek verimli ırklara çevrilmesinde melezleme yöntemi kullanılmaktadır (Aydoğan ve Gül, 1992).

Karayaka koyunları özellikle Doğu Karadeniz Bölgesi sahil şeridinde ve Tokat ili çevresinde halk tarafından özenle yetiştirilmekte olan ince kuyruklu yerli bir ırk olup, etinin lezzeti yanında kaba ve karışık yapılı fakat yatak yapımında tercih edilen tipte yapağı vermektedir. Ancak süt verimi, döl verimi ve canlı ağırlık gibi ekonomik değeri olan özellikler bakımından istenilen düzeyde değildir (Yarkın, 1953; Batu, 1962; Aydoğan, 1985). Bu nedenle, bu bölgelerde Karayaka ırkı yerine yüksek verimli ve çevre şartlarına uygun yeni bir koyun tipinin geliştirilmesi ve böylelikle halkın koyun yetiştiriciliğine daha çok ilgi göstermesinin sağlanabileceğine vurgu yapılmıştır (Arıtürk ve ark., 1985).

Sakız ırkı ise Sakız Adası'ndan kökenini alan ve Antalya'dan İstanbul'a kadar olan kıyı şeridinde yetiştirilen süt ve döl verimi yüksek bir ırktır. Bu nedenle, düşük verimli ırkların döl ve süt verimlerini yükseltmek amacıyla Sakız ırkının kullanıldığı melezlemeye yönelik ıslah çalışmaları yapılmaktadır (Akçapınar, 2000a).

Kuzu eti üretiminde kaliteyi ve miktarı arttırmak için yüksek döl ve süt verimine sahip anaç hatları ile büyüme kabiliyeti ve karkas kalitesi yüksek baba hatları kullanılmaktadır. Sakız x Karayaka melezlemesi ile elde edilen (Sakız x Karayaka G_1) melez koyun tipinin (Bafra koyunu), bu tipin elde edildiği Karaköy Tarım İşletmesi şartlarında ve daha sonra götürülerek halen yetiştirilmesine devam edilen Gökhöyük Tarım İşletmesi şartlarında elde edilen verim özellikleri bakımından kuzu eti üretimi için uygun bir ana hattı olduğu kabul edilebilir (Atasoy ve ark., 2003).

Arıtürk ve ark. (1985) tarafından, Karayaka koyunlarından saf yetiştirme ve melezleme yoluyla elde edilen 448 saf ve melez kuzu üzerinde yapılan araştırma sonuçları, Karayaka ırkının ıslahında Sakız ırkının önemli bir rol oynayabileceğini ortaya koymuştur. Buna paralel olarak, Arıtürk ve ark. tarafından 1987 yılında yapılan diğer bir araştırmada da, Sakız x Karayaka F_1 ve Ile de France x Karayaka F_1

melezlerinden elde edilen G₁ kuzuların büyüme, yaşama gücü, kesim ve karkas özellikleri incelenmiş ve Karayaka genotipinin verim özelliklerinin (özellikle dölveriminin) artırılmasında Sakız ırkının başarıyla kullanılabileceği vurgulanmıştır.

Aydoğan ve Gül (1992) tarafından yapılan “Sakız ve Karayaka ırkları arasındaki melezlemelerle yeni bir koyun tipinin geliştirilme imkanları” isimli çalışmada, Sakız x Karayaka G₁ genotipi çeşitli verim özellikleri bakımından incelenmiş ve Sakız x Karayaka G₁ genotipinin dölverimi yönünden Sakız ırkı hariç Türkiye’de yetiştiriciliği yapılan diğer bütün yerli koyun ırklarından daha iyi olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca, Sakız x Karayaka G₁ genotipinin süt verimi ve tohumlama öncesi canlı ağırlıklarının Karayaka ırkından daha yüksek olduğu belirtilmiştir.

Ünal ve ark. (2003) tarafından Karayaka ve Bafra (Sakız x Karayaka G₁) koyunlarının dölverimlerinin karşılaştırıldığı çalışmada, doğum oranı %92,3 olan Karayaka koyunlarında doğum başına kuzu sayısı ortalaması 1,08 iken doğum oranı %93,7 olan Bafra koyunlarında doğum başına kuzu sayısı ortalaması 1,78 olarak bulunmuştur. Bu bulgular çerçevesinde, Bafra genotipinde önemli bir döl verimi kriteri olan doğum başına düşen kuzu sayısı ile büyüme kabiliyetinin Karayaka ırkına göre daha iyi olduğu belirtilmiştir.

Literatür çerçevesinde ilk incelemenin Bilgemre tarafından 1943 yılında yapıldığı Karayaka koyunu ufak cüsseli bir koyun ırkı olarak bilinmekle birlikte beslenmenin etkisi altında canlı ağırlık ve vücut ölçüleri değişebilir (Arıtürk, 1961). Özcan ve Arıtürk (1960) tarafından Türkiye’deki koyun ırklarına yönelik karşılaştırmalı olarak yapılan çalışmada, ortalama canlı ağırlık; Merinos koyunları için 60,68 kg, Sakız koyunları için 52,04 kg, Morkaraman koyunları için 51,00 kg, Karayaka koyunları için 44,44 kg, İvesi koyunları için 38,20 kg, Akkaraman koyunları için 37,46 kg ve Kıvrıcık koyunları için 35,00 kg olarak bulunmuştur. Bu sonuçlar, Karayaka koyunlarının Merinos, Sakız ve Morkaraman koyunlarından daha küçük yapılı olduğunu göstermektedir.

Özcan (1960) tarafından yapılan araştırmaya göre, Gökhöyük Devlet Üretim Çiftliğinde yetiştirilen Karayaka koyunlarında cidago yüksekliği 64,9 cm, vücut

uzunluğu 67,1 cm, göğüs çevresi 88,0 cm, göğüs derinliği 29,6 cm, göğüs genişliği 18,2 cm olarak tespit edilmiştir.

Arıtürk ve ark. (1963) tarafından yapılan araştırmada, Karaköy Harası'nda Karayaka koyunlarının ortalama canlı ağırlığı 41 kg, cidago yüksekliği 63,7 cm, vücut uzunluğu 67,2 cm, göğüs çevresi 86,8 cm, göğüs derinliği 30,5 cm, göğüs genişliği 19,4 cm olarak bulunmuştur.

Gökhöyük Tarım İşletmesi'nde 1985 yılında Ertuğrul (1985) tarafından yapılan araştırmaya göre, Karayaka koyunlarında kırıkm sonrası canlı ağırlık 46,1 kg, cidago yüksekliği 61,6 cm, vücut uzunluğu 64,9 cm, göğüs çevresi 86,2 cm, göğüs derinliği 29,4, göğüs genişliği 20,0 cm olarak belirlenmiştir.

Atasoy ve ark. (2003)'nın yapmış olduğu araştırmada Gökhöyük Tarım İşletmesi'nde yetiştirilen Karayaka ve Bafra (Sakız x Karayaka G₁) koyunlarının canlı ağırlık ve vücut ölçüleri belirlenmiş ve bu iki genotip canlı ağırlık ve vücut ölçüleri bakımından karşılaştırılmıştır. Araştırmada, Karayaka koyunlarının ortalama canlı ağırlığı 51,1 kg, cidago yüksekliği 58,6 cm, vücut uzunluğu 58,6, göğüs çevresi 93,9 cm, göğüs derinliği 30,3 cm, göğüs genişliği 23,1 cm olarak bulunurken; Bafra (Sakız x Karayaka G₁) koyunlarında ise bu değerler sırası ile 61,3 kg, 67,4 cm, 70,8 cm, 99,9 cm, 32,5 cm, 21,9 cm olarak bulunmuştur. Aynı araştırmada, Karayaka ve Bafra koyunlarının canlı ağırlık ve vücut ölçüleri arasında anlamlı farklar bulunmuş olup göğüs genişliği bakımından Karayaka koyunları üstün olurken, incelenen diğer tüm vücut ölçüleri ve canlı ağırlık bakımından Bafra koyunları üstün olmuştur.

Olfaz ve ark. (2005) tarafından yapılan çalışmada, bir yaşındaki Karayaka koyunları (tokluları) için besi öncesi besi sonrası vücut ölçüleri karşılaştırılmış ve önemli farklılıklar bulunmuştur. Çalışmada, bir yaşındaki Karayaka koyunları için besi öncesi göğüs çevresi 81,7 cm, göğüs derinliği 26,7 cm, göğüs genişliği 19,1 cm, sırt uzunluğu 61,3 cm ve vücut uzunluğu 56,1 cm olarak bulunmuştur.

Bu araştırmada genel olarak, Karayaka ve Bafra (Sakız x Karayaka G₁) koyunlarının canlı ağırlık ve vücut ölçülerinin çok değişkenli istatistiksel yöntemler ile

incelenmesi amaçlanmıştır. Bu genel amaç çerçevesinde aşağıdaki alt amaçlara ulaşılması hedeflenmiştir.

- Karayaka ve Bafra koyunlarının vücut ölçüleri kullanılarak canlı ağırlıklarının tahmin edilmesine yönelik; değişkenler arası çoklu bağlantı, doğrusallık ve artık grafiğinin incelemesi sonucu uygun regresyon modelinin oluşturulması.
- Karayaka ve Bafra koyunlarının vücut ölçülerine ilişkin verilerin yaş değişkenine göre düzeltilerek aşamalı (hiyerarşik) ve aşamalı olmayan (hiyerarşik olmayan) kümeleme yöntemleri ile kümeleneceği.

Karayaka ve Bafra koyunlarının vücut ölçüleri kullanılarak canlı ağırlıklarının güvenilir düzeyde tahmin edilmesi için en uygun regresyon modeli oluşturulması, her iki genotipin vücut ölçülerine ilişkin değişkenlerin canlı ağırlık üzerinde hangi düzeyde etkili olduğunun belirlenmesi bakımından önemli görülmektedir.

Karayaka ve Bafra koyunlarının vücut ölçülerine göre aşamalı ve aşamalı olmayan kümeleme yöntemleri ile kümeleneceği, uygulanan yöntemlere ilişkin karşılaştırma yapılabilmesi açısından önemlidir. Ayrıca, analiz sonucunda elde edilen küme sayılarına göre vücut özellikleri bakımından hangi genotipin daha homojen/heterojen bir yapıya sahip olduğunun saptanması ve bulunan kümelerle ilişkin tanıtıcı istatistiklere göre her bir genotipe ait alt grupların (kümelerin) morfolojik yapısının belirlenmesiyle, Karayaka ve Bafra koyunları hakkındaki literatüre katkı sağlanmaktadır.

2. GEREÇ VE YÖNTEM

2.1. Gereç

Bu araştırmada kullanılan veri grubunu, Akçapınar ve ark. (2002) tarafından 1999-2002 yılları arasında yürütülen proje ve Atasoy ve ark. (2003) tarafından yapılan “Karayaka ve Bafra (Sakız x Karayaka G₁) Koyunlarında Bazı Verim Özellikleri” isimli çalışmanın materyali olan, Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğüne bağlı Gökhöyük Tarım İşletmesi’nde yetiştirilen değişik yaşlardaki Karayaka ve Bafra (Sakız x Karayaka G₁) koyunlarına ait canlı ağırlık ve bazı vücut ölçüleri oluşturmaktadır. Araştırma materyalini oluşturan Karayaka ve Bafra koyunlarının yaşlara göre dağılımı Çizelge 2.1’de, değişkenler ise Çizelge 2.2’de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Karayaka ve Bafra Koyunlarının Yaşlara Göre Dağılımı

Genotip \ Yaş	1	2	3	4	5 +	Toplam
Karayaka	87	12	44	61	19	223
Bafra	45	140	152	82	43	462
Toplam	132	152	196	143	62	685

Çizelge 2.2. Araştırmada kullanılan değişkenler

Değişkenler	Ölçü Birimi	Kodu
Canlı Ağırlık	kg	CA
Cidago Yüksekliği	cm	CY
Göğüs Derinliği	cm	GD
Göğüs Genişliği	cm	GG
Vücut Uzunluğu	cm	VU
Göğüs Çevresi	cm	GÇ
Baş Uzunluğu	cm	BU
Baş Genişliği	cm	BG
Sırt Uzunluğu	cm	SU

2.1. Yöntem

Bu araştırmada kullanılan verilere yönelik olarak, gerek çok değişkenli istatistik yöntemlere ilişkin varsayımlar, gerekse araştırmada uygulanan yöntemlere (çoklu doğrusal regresyon analizi, kümeleme analizi) ilişkin varsayımlar gerçekleşmiş olup, söz konusu yöntemler araştırmanın amacına uygun olarak kullanılmıştır.

Karayaka ve Bafra koyunlarının canlı ağırlık ve bazı vücut ölçülerinin ırk ve yaşa göre karşılaştırılması amacıyla iki faktörlü anova testi uygulanmış olup, ırk ve yaş etkisi önemli (Ek-8) bulunduğu için, ırk ve yaşlara göre ayrı ayrı karşılaştırma yapılmıştır. Karayaka ve Bafra genotiplerinin canlı ağırlık ve bazı vücut ölçülerinin ırka göre her bir yaş için karşılaştırılmasında bağımsız gruplar arası t testi, her bir genotipin canlı ağırlık ve bazı vücut ölçülerinin ayrı ayrı yaşa göre karşılaştırılmasında ise varyans analizi kullanılmıştır. Aralarındaki farklılıklar önemli bulunan yaş gruplarının ikili karşılaştırılmasında ise çoklu karşılaştırma testlerinden Duncan testi uygulanmıştır.

Karayaka ve Bafra genotiplerinin canlı ağırlık tahmininde kullanılacak yöntemin belirlenmesi için bağımsız değişkenler arasında çoklubağlantı olup olmadığını tespit etmek amacıyla her bir modele ilişkin varyans şişme değerleri (VIF) ile özdeğerler hesaplanmış ve Ek-1’de sunulmuştur. Bununla birlikte, her bir genotipin yaş ve vücut ölçülerine ilişkin değişkenler arası korelasyon matrisi Ek-2’de verilmiştir.

Ayrıca, bağımlı değişken ile bağımsız değişkenler arasında doğrusal bir ilişki olup olmadığını tespit etmek ve varsa aykırı değerleri saptamak amacı ile artık grafikleri ve değişkenlere ilişkin saçılım grafikleri çizilmiş olup Ek-3 ve Ek-4’te verilmiştir.

Yukarıdaki bilgiler doğrultusunda Karayaka ve Bafra genotipinin canlı ağırlık tahmini için çoklu doğrusal regresyon analizi uygulanmıştır. Her bir genotip için canlı ağırlık tahmini, önce yaş değişkeni analize katılmadan sadece vücut ölçülerine ilişkin değişkenler kullanılarak yapılmıştır. Daha sonra vücut ölçülerine ilişkin değişkenlerle birlikte yaş değişkeni de analize katılarak canlı ağırlık tahmini için çoklu doğrusal regresyon analizi uygulanmıştır. Çoklu doğrusal regresyon analizinin uygulanmasında öncelikle tüm değişkenler çoklu doğrusal regresyon modeline

katılmış ve daha sonra sadece etkisi önemli bulunan değişkenler modele katılarak analiz yapılmıştır. Çoklu doğrusal regresyon modeli için tüm olası regresyon yöntemi uygulanmıştır. Ayrıca, değişkenlerin modele sıra ile alındığı adım adım regresyon (stepwise regression) yöntemi de uygulanmış ve aynı sonuçlar elde edilmiştir.

Araştırmada, Karayaka ve Bafra koyunlarının vücut özelliklerine göre yapılan kümeleme analizlerinde aşamalı ve aşamalı olmayan kümeleme yöntemlerinden yaygın olarak kullanılan yöntemler uygulanmıştır. Kümeleme analizleri yapılmadan önce (Karayaka ve Bafra genotiplerinin canlı ağırlık ve bazı vücut ölçülerinin yaşa göre karşılaştırılmasına yönelik yapılan varyans analizi sonucunda yaşın etkisi önemli bulunduğu için) canlı ağırlık ve incelenen vücut ölçüleri üzerinde yaşın etki payı En Küçük Kareler (Least Squares) yöntemi (Akçapınar, 2000b) ile tespit edilmiş ve yaşa göre düzeltme yapılmıştır. Yaşın etki payının belirlenmesinde kullanılan model Ek-5'te verilmiştir.

Karayaka ve Bafra koyunlarının vücut özelliklerine ilişkin Ek-5'te verilen modele göre düzeltilen değerler; aşamalı kümeleme yöntemlerinden yaygın olarak kullanılan Tek Bağlantı Kümeleme Yöntemi, Ortalama Bağlantı Kümeleme Yöntemi ve Tam Bağlantı Kümeleme Yöntemi, aşamalı olmayan kümeleme yöntemlerinden k-Ortalamalar Kümeleme Yöntemi, Medoid Kümeleme Yöntemi ve Bulanık Kümeleme Yöntemi ile incelenmiştir. Aşamalı kümeleme analizlerinin uygulanmasında, benzerlik ölçüsü olarak Pearson İlişki Katsayısı, uzaklık ölçüsü olarak ise Öklit Uzaklık Ölçüsü kullanılmıştır. Öklit Uzaklık Ölçüsü kullanılarak elde edilen uzaklık matrisleri Ek-6'da verilmiştir.

Aşamalı kümeleme yöntemlerinin uygulanması sonucu farklı uzaklık düzeylerinde ve benzerlik düzeylerinde küme sayıları elde edilmiş ve dendrogram grafikleri çizilmiştir. Yapılan analiz sonucu uygun küme sayısının belirlenmesinde her bir kümeleme yöntemine ilişkin dendrogramlar incelenmiş ve %50'lik benzerlik düzeyi dikkate alınarak elde edilen küme sayısı için tanıtıcı istatistikler ve küme merkezleri arasındaki uzaklıklar belirlenmiştir. Ayrıca, kümeler arasında farklılık olup olmadığının incelenmesi amacıyla varyans analizi uygulanmıştır.

Aşamalı olmayan kümeleme yöntemlerinden k-Ortalamalar Kümeleme Yönteminde küme sayısının belirlenmesi için küme sayısının $k=2, 3, 4, \dots$ biçiminde ardışık olarak bir artırılması ile her bir bireyin hangi kümeye ait olduğunu veren küme üyelik kodları kullanılarak yeni veri yapısına Ayırma Analizi (Discriminant Analysis) uygulanmış ve her bir küme sayısı için doğru sınıflandırılma oranları ve ayırma fonksiyonlarına ilişkin Wilk's Lamda değerleri bulunmuştur. Ayrıca, her bir küme sayısına ilişkin Wilk's Lamda değerleri MANOVA ve Hotelling T^2 çok değişkenli istatistiksel yöntemleriyle de bulunmuş ve aynı değerler elde edilmiştir. Yapılan analizler sonucunda en yüksek doğru sınıflandırılma oranına ve önemlilik düzeyi en yüksek Wilk's Lamda değerlerine sahip küme sayısı, uygun parçalama olarak kabul edilmiştir.

Karayaka ve Bafra koyunlarının vücut ölçülerine göre Kaufmann-Rousseeuw yaklaşımına göre Medoid Kümeleme Yöntemi ile kümelenmesinde küme sayısının $k=2, 3, 4, \dots$ biçiminde ardışık olarak bir artırılması ile her bir küme sayısı için ortalama gölge istatistiği veya siluet katsayısı (Sillhoutte Coefficient $-\overline{SC}$) bulunmuştur. SC istatistiklerinin değerlendirilmesi ve uygun küme sayısının belirlenmesinde Çizelge 2.3'te verilen kriterlerden yararlanılmıştır (Kaufmann ve Rousseeuw, 1990; Özdamar, 2004).

Çizelge 2.3. Gölge istatistiginin (SC) değerlendirme kriterleri

$\overline{SC}$	Değerlendirme
-1 ile 0,25 arası	Uygun kümeleme yapısı yok
0,26 ile 0,50 arası	Eksik kümeleme yapısı var
0,51 ile 0,70 arası	Uygun kümeleme yapısı var
0,71 ile +1 arası	Güçlü kümeleme yapısı var

Ayrıca, Karayaka ve Bafra koyunlarının vücut ölçülerine göre Kaufmann-Rousseeuw yaklaşımına göre Medoid Kümeleme Yöntemi ile kümelenmesi sonucu her bir bireyin hangi kümeye ait olduğunu veren küme üyelik kodları kullanılarak elde edilen yeni veri yapısına Ayırma Analizi uygulanmış ve her bir küme sayısı için doğru sınıflandırılma oranları hesaplanmıştır.

Karayaka ve Bafra koyunlarının vücut ölçülerine göre Bulanık Kümeleme Yöntemi (Fuzzy Clustering Method) ile kümelenmesinde analize katılan tüm bireylerin üyelik olasılık değerlerinin tek tek incelenmesi ve çizelge halinde verilebilmesi amacı ile Karayaka ve Bafra koyunları içerisinde sistematik tesadüfi örnekleme yöntemi ile seçilen 100'er koyun kullanılmıştır. Her bir genotip için tesadüfi örnekleme yöntemi ile seçilen 100 bireyin üye olduğu küme, komşu küme ve küme üyelik olasılıkları Ek-7'de verilmiştir.

Bulanık Kümeleme Yöntemi ile yapılan analizde k-Ortalamlar Kümeleme Yöntemi ve Medoid Kümeleme Yönteminde olduğu gibi $k=2, 3, 4, \dots$ şeklindeki her bir küme sayısı için belirlenen küme üyelik kodları kullanılarak Ayırma Analizi yapılmış ve doğru sınıflandırılma oranları hesaplanmıştır. Ayrıca, her bir küme sayısı için bulanıklığın derecesini gösteren Dunn ayrıştırma katsayıları ve siluet katsayısı (SC) hesaplanmıştır.

Karayaka ve Bafra koyunlarının vücut ölçülerine göre sınıflandırılmasına yönelik uygulanan kümeleme yöntemleri sonucunda, benzerlik ölçütü, uzaklık ölçütü ve doğru sınıflandırılma oranları dikkate alınarak elde edilen kümelere ilişkin tanıtıcı istatistikler (Ortalama Bağlantı, Tam Bağlantı ve k-Ortalamlar Kümeleme Yöntemleri için) ilgili bölümlerde verilmiştir.

3. BULGULAR

3.1. Karayaka ve Bafra Koyunlarına Ait Bazı İstatistikler

Karayaka ve Bafra koyunlarının 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. Karayaka ve Bafra koyunlarının canlı ağırlık ve bazı vücut ölçülerinin karşılaştırılması

Değişkenler	İrk	1 Yaş n ₁ =87 n ₂ =45	2 Yaş n ₁ =12 n ₂ =140	3 Yaş n ₁ =44 n ₂ =152	4 Yaş n ₁ =61 n ₂ =82	5+ Yaş n ₁ =19 n ₂ =43
		$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$
Canlı Ağırlık (kg) CA	Karayaka	40,78±0,38	49,33±1,37	53,73±0,61	54,75±0,70	56,63±1,31
	Bafra	49,31±0,79	58,10±0,44	63,11±0,46	66,32±0,71	69,58±1,02
	p	***	***	***	***	***
Cidago Yüksekliği (cm) CY	Karayaka	54,00±0,29	58,25±0,91	59,95±0,46	59,92±0,36	60,00±0,75
	Bafra	67,53±0,42	68,23±0,28	68,53±0,24	69,16±0,34	68,72±0,46
	p	***	***	***	***	***
Göğüs Derinliği (cm) GD	Karayaka	27,68±0,20	30,08±0,38	31,34±0,18	31,25±0,15	31,76±0,26
	Bafra	30,60±0,22	31,62±0,18	32,80±0,19	33,48±0,25	34,48±0,33
	p	***	*	***	***	***
Göğüs Genişliği (cm) GG	Karayaka	21,10±0,14	22,50±0,23	23,53±0,19	23,74±0,24	23,79±0,36
	Bafra	19,44±0,28	20,62±0,17	22,01±0,20	22,54±0,29	23,81±0,41
	p	***	**	***	**	0,971
Vücut Uzunluğu (cm) VU	Karayaka	57,76±0,27	57,67±1,29	58,51±0,34	58,93±0,39	59,63±0,78
	Bafra	69,71±0,35	69,89±0,26	70,80±0,25	71,29±0,37	72,21±0,46
	p	***	***	***	***	***
Göğüs Çevresi (cm) GÇ	Karayaka	87,83±0,46	93,83±0,82	95,23±0,50	96,20±0,65	97,95±0,97
	Bafra	93,80±0,73	97,67±0,44	101,24±0,46	103,12±0,68	106,26±0,96
	p	***	*	***	***	***
Baş Uzunluğu (cm) BU	Karayaka	21,21±0,16	22,08±0,36	22,55±0,17	22,84±0,17	22,90±0,23
	Bafra	20,60±0,12	20,49±0,09	20,62±0,08	20,72±0,12	20,99±0,15
	p	*	***	***	***	***
Baş Genişliği (cm) BG	Karayaka	11,76±0,07	11,83±0,21	12,77±0,14	12,80±0,11	12,89±0,21
	Bafra	11,12±0,10	10,85±0,07	11,04±0,06	11,09±0,08	11,26±0,10
	p	***	***	***	***	***
Sırt Uzunluğu (cm) SU	Karayaka	61,72±0,28	61,92±0,84	61,32±0,46	61,75±0,44	63,79±0,69
	Bafra	74,18±0,52	74,71±0,34	75,16±0,30	76,34±0,42	76,94±0,65
	p	***	***	***	***	***

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

n₁: Karayaka koyunlarının sayısı

n₂: Bafra koyunlarının sayısı

Çizelge 3.1'e göre, 5 yaş ve üzerindeki Karayaka ve Bafra koyunlarının göğüs genişliği arasındaki fark önemli bulunmazken her bir yaşa ilişkin canlı ağırlık ve incelenen diğer tüm vücut ölçüleri arasındaki farklılıklar genotipe göre önemli bulunmuştur. Çizelge 3.1'deki bulgulara göre, her bir yaş için Bafra genotipinin canlı ağırlık, cidago yüksekliği, göğüs derinliği, vücut uzunluğu, göğüs çevresi ve sırt uzunluğu özelliklerine ilişkin ortalamaları Karayaka genotipinden daha yüksektir. Buna karşılık, göğüs genişliği, baş uzunluğu ve baş genişliği bakımından ise Karayaka genotipine ilişkin ortalamalar Bafra genotipinden daha yüksektir.

Karayaka ve Bafra koyunlarının canlı ağırlık ve incelenen vücut ölçüleri üzerinde yaşın etkisinin incelenmesine ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 3.2'de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Karayaka ve Bafra koyunlarının canlı ağırlık ve bazı vücut ölçülerinin yaşa göre karşılaştırılması

Değişkenler	İrk	1 Yaş n ₁ =87 n ₂ =45	2 Yaş n ₁ =12 n ₂ =140	3 Yaş n ₁ =44 n ₂ =152	4 Yaş n ₁ =61 n ₂ =82	5 Yaş n ₁ =19 n ₂ =43	Genel n ₁ =223 n ₂ =462	p
		$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	
CA	Karayaka	40,78±0,38a	49,33±1,37b	53,73±0,61c	54,75±0,70cd	56,63±1,31d	48,97±0,54	***
	Bafra	49,31±0,79a	58,10±0,44b	63,11±0,46c	66,32±0,71d	69,58±1,02e	61,42±0,37	***
CY	Karayaka	54,00±0,29a	58,25±0,91b	59,95±0,46c	59,92±0,36c	60,00±0,75c	57,53±0,27	***
	Bafra	67,53±0,42	68,23±0,28	68,53±0,24	69,16±0,34	68,72±0,46	68,47±0,15	0,057
GD	Karayaka	27,68±0,20a	30,08±0,38b	31,34±0,18c	31,25±0,15c	31,76±0,26c	29,85±0,16	***
	Bafra	30,60±0,22a	31,62±0,18b	32,80±0,19c	33,48±0,25cd	34,48±0,33d	32,50±0,11	***
GG	Karayaka	21,10±0,14a	22,50±0,23b	23,53±0,19c	23,74±0,24c	23,79±0,36c	22,61±0,13	***
	Bafra	19,44±0,28a	20,62±0,17b	22,01±0,20c	22,54±0,29cd	23,81±0,41d	21,60±0,12	***
VU	Karayaka	57,76±0,27a	57,67±1,29ab	58,51±0,34ab	58,93±0,39ab	59,63±0,78bc	58,38±0,19	*
	Bafra	69,71±0,35a	69,89±0,26ab	70,80±0,25bc	71,29±0,37cd	72,21±0,46d	70,64±0,15	***
GÇ	Karayaka	87,83±0,46a	93,83±0,82b	95,23±0,50bc	96,20±0,65bc	97,95±0,97cd	92,76±0,39	***
	Bafra	93,80±0,73a	97,67±0,44b	101,24±0,46c	103,12±0,68d	106,26±0,96e	100,24±0,30	***
BU	Karayaka	21,21±0,16a	22,08±0,36b	22,55±0,17bc	22,84±0,17bc	22,90±0,23cd	22,11±0,10	***
	Bafra	20,60±0,12	20,49±0,09	20,62±0,08	20,72±0,12	20,99±0,15	20,63±0,05	0,083
BG	Karayaka	11,76±0,07a	11,83±0,21ab	12,77±0,14b	12,80±0,11b	12,89±0,21b	12,35±0,06	***
	Bafra	11,12±0,10a	10,85±0,07b	11,04±0,06a	11,09±0,08a	11,26±0,10a	11,02±0,03	**
SU	Karayaka	61,72±0,28a	61,92±0,84ab	61,32±0,46a	61,75±0,44a	63,79±0,69b	61,84±0,20	*
	Bafra	74,18±0,52a	74,71±0,34a	75,16±0,30ab	76,34±0,42bc	76,94±0,65c	75,30±0,18	***

*:p<0,05 **:p<0,01 ***:p<0,001 n₁: Karayaka koyunlarının sayısı n₂: Bafra koyunlarının 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, Karayaka genotipine ilişkin canlı ağırlık ve incelenen tüm vücut ölçüleri üzerinde yaşın etkisinin farklı düzeylerde (p<0,05;

$p < 0,001$) önemli olduğu belirlenmiştir. Bafra genotipinde ise canlı ağırlık, göğüs derinliği, göğüs genişliği, vücut uzunluğu, göğüs çevresi, sırt uzunluğu ve baş genişliği özellikleri üzerinde yaşın etkisi önemli bulunurken; yaşın, cidago yüksekliği ve baş uzunluğu üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı ($p > 0,05$), her bir yaştaki Bafra koyunlarının cidago yüksekliği ve baş uzunluğu ölçümlerinin birbirine yakın olduğu saptanmıştır.

3.2. Karayaka ve Bafra Koyunlarının Canlı Ağırlık Tahminine İlişkin Bulgular

Karayaka ve Bafra genotiplerinin canlı ağırlık tahmininde kullanılacak yöntemin belirlenmesi amacı ile bağımsız değişkenler arasındaki çoklubağlantının bir ölçütü olan varyans şişme değerleri (VIF) ile özdeğerler, her bir model için hesaplanmış ve Ek-1’de verilmiştir. Ayrıca, her bir genotipe ait değişkenler arası korelasyon matrisi Ek-2’de sunulmuştur.

Bu bulgulara göre; Ek 1’de verilen tüm VIF değerlerinin 10’un altında olması, özdeğerlerin tersleri toplamının bağımsız değişken sayısına yakın olması (veya $\lambda_{\max}/\lambda_{\min} < 100$ olması) ve değişkenler arasındaki çoklu belirleme (determinasyon) katsayısının (R^2) 1’e yakın olmaması veya tolerans ($1-R^2$) değerlerinin 0’a yakın olmaması değişkenler arasında yüksek düzeyde korelasyon veya çoklubağlantı olmadığını göstermektedir.

Diğer taraftan, bağımlı değişken ile bağımsız değişkenler arasındaki ilişkinin doğrusal olup olmadığını belirlemek ve varsa aykırı değerleri saptamak amacı ile çizilen artık grafikleri Ek-3’te ve değişkenlere ilişkin matris şeklindeki saçılım grafikleri ise Ek-4’te verilmiştir. Buna göre, oluşturulan regresyon modeli ile hesaplanan $\hat{y}_i$ değerlerine karşılık normal dağılım gösteren student türü r_i artıklarına göre çizilen grafiklerden artıkların sıfır etrafında rasgele dağıldığı görülmektedir. Bu dağılımlar ve Ek-4’te verilen matris şeklindeki saçılım grafikleri aykırı değer sorunu olmadığını ve modelin istediği, artık varyanslarının homojenliği ile bağımlı değişkenle bağımsız değişkenler arasındaki doğrusal ilişki varsayımlarının gerçekleştiğini göstermektedir.

Karayaka ve Bafra genotiplerinin canlı ağırlık tahmini için uygulanan çoklu doğrusal regresyon modelinde öncelikle tüm değişkenler analize katılmış olup sonraki aşamada sadece etkisi önemli bulunan değişkenler ile analiz gerçekleştirilmiştir. Karayaka ve Bafra genotiplerinin sadece vücut ölçüleri kullanılarak yapılan ve vücut ölçüleriyle birlikte yaş değişkeni de analize katılarak 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, Karayaka ve Bafra genotiplerinin 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 ($H_0:\beta_j=0$) reddedilir. Bir diğer anlatımla, modele ilişkin bulunan en az bir regresyon katsayısı sıfırdan farklıdır. Ayrıca, korelasyon katsayıları (Çizelge 3.12.) ve çoklu doğrusal regresyon analizi sonuçları, ele alınan tüm değişkenlerin canlı ağırlık ile pozitif bir ilişki içinde olduğunu göstermektedir.

Karayaka genotipinin vücut ölçüleri kullanılarak elde edilen çoklu doğrusal regresyon katsayıları ve önem kontrollerinin yer aldığı Çizelge 3.4 incelendiğinde, göğüs derinliği, vücut uzunluğu ve baş uzunluğu değişkenlerinin canlı ağırlık üzerindeki etkisinin önemli olmadığı ($p>0,05$), cidago yüksekliği, göğüs genişliği, göğüs çevresi, baş genişliği ve sırt uzunluğu değişkenlerinin ise model için önemli bir etkiye sahip olduğu görülmektedir ($p<0,05$). Çizelge 3.4’te verilen t değerleri, Karayaka genotipinin canlı ağırlığı üzerinde en önemli etkiye sahip değişkenlerin sırası ile göğüs çevresi, cidago yüksekliği ve göğüs genişliği olduğunu göstermektedir.

Çizelge 3.4’te verilen çoklu belirleme katsayısının (R^2) 0,767 olması, canlı ağırlık tahmininde uygulanan çoklu doğrusal regresyon modelinin açıklayıcılık oranının %76,7 olması anlamını taşımaktadır. Diğer bir anlatım ile canlı ağırlıktaki değişimin %76,7’si vücut ölçülerine ilişkin değişkenler tarafından açıklanırken, etkisi önemli bulunan vücut ölçülerine ilişkin beş değişken ile canlı ağırlıktaki değişimin %76,6’sı ($R^2=0,766$) açıklanmaktadır. Ortalama canlı ağırlık değerine ait tahmin hatası ise %3,96’dır.

Çizelge 3.3. Karayaka koyunlarının vücut ölçüleri kullanılarak oluşturulan çoklu doğrusal regresyon analizine ilişkin varyans analizi sonuçları

Değişim Kaynağı	s.d.	KT	KO	F	p
Regresyon	8	11076,833	1384,604	88,293	***
Artık (Hata)	214	3355,947	15,682	-	-
Genel	222	14432,780	-	-	-

***: p<0,001

Çizelge 3.4. Karayaka koyunlarının vücut ölçüleri kullanılarak oluşturulan çoklu doğrusal regresyon analizine ilişkin varyans 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
Sabit	-87,026	7,629	-11,407	***	-82,962	6,689	-12,402	***
CY	0,470	0,109	4,306	***	0,624	0,095	6,565	***
GD	0,051	0,213	2,422	0,076	-	-	-	-
GG	0,910	0,202	4,210	***	0,996	0,199	5,011	***
VU	0,095	0,112	0,843	0,400	-	-	-	-
GÇ	0,346	0,080	4,317	***	0,439	0,073	5,997	***
BU	0,202	0,211	0,959	0,339	-	-	-	-
BG	1,125	0,333	3,375	**	1,275	0,326	3,906	***
SU	0,274	0,103	2,656	**	0,276	0,095	2,910	**
R = 0,876 R ² = 0,767 Hata=%3,960					R = 0,875 R ² = 0,766 Hata=%3,956			

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

Çizelge 3.6’da, Karayaka genotipinin vücut ölçülerinin yanı sıra yaş değişkeni de analize katılarak bulunan regresyon katsayıları ve önem kontrolleri yer almaktadır. Buna göre, Çizelge 3.4’te olduğu gibi göğüs derinliği, vücut uzunluğu ve baş uzunluğu değişkenleri modelde önemli bir etkiye sahip değilken, yaş değişkeni 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 yaş, göğüs çevresi, cidago yüksekliği ve göğüs genişliğidir.

Çizelge 3.5. Karayaka koyunlarının yaş ve vücut ölçüleri kullanılarak oluşturulan çoklu doğrusal regresyon analizine ilişkin varyans analizi sonuçları

Değişim Kaynağı	s.d.	KT	KO	F	p
Regresyon	9	11765,218	1307,246	104,381	***
Artık (Hata)	213	2667,563	12,524	-	-
Genel	222	14432,780	-	-	-

***: p<0,001

Çizelge 3.6. Karayaka koyunlarının yaş ve 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
Sabit	-57,767	7,878	-7,333	***	-53,705	6,952	-7,725	***
YAŞ	1,974	0,266	7,414	***	2,037	0,256	7,948	***
CY	0,332	0,099	3,354	**	0,398	0,088	4,500	***
GD	0,193	0,196	0,984	0,326	-	-	-	-
GG	0,667	0,183	3,239	***	0,705	0,179	3,938	***
VU	0,115	0,101	1,143	0,254	-	-	-	-
GÇ	0,283	0,072	3,932	***	0,310	0,067	4,663	***
BU	0,044	0,189	0,232	0,817	-	-	-	-
BG	0,635	0,305	2,079	*	0,631	0,299	2,109	*
SU	0,321	0,092	3,475	**	0,355	0,084	4,215	***
R = 0,903 $R^2 = 0,815$ Hata=%3,539					R = 0,902 $R^2 = 0,813$ Hata=%3,535			

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

Çizelge 3.6'daki bulgulara göre, yaş ve vücut ölçülerine ilişkin sekiz değişken canlı ağırlıktaki değişimin %81,5'ini ($R^2=0,815$) açıklamaktadır. Etkisi önemli bulunan altı değişkenin ise modeli açıklamadaki başarısı %81,3'tür ($R^2=0,813$). Ortalama canlı ağırlık değerine ilişkin tahmin hatası ise %3,54'tür.

Çizelge 3.8'de verilen ve Bafra genotipinin vücut ölçüleri kullanılmasıyla elde edilen regresyon katsayıları ve önem kontrolleri incelendiğinde, cıdago yüksekliği, baş uzunluğu ve baş genişliği değişkenlerinin model üzerindeki etkisinin önemli olmadığı ($p>0,05$), diğer beş değişkenin ise model için önemli bir etkiye sahip olduğu görülmektedir ($p<0,05$). Çizelge 3.8'deki t değerleri incelendiğinde, Bafra koyunlarının canlı ağırlığı üzerindeki etkisi en önemli olan değişkenin koyunların göğüs çevresi olduğu açık bir şekilde görülmektedir.

Çizelge 3.7. Bafra koyunlarının vücut ölçüleri kullanılarak oluşturulan çoklu doğrusal regresyon analizine ilişkin varyans analizi sonuçları

Değişim Kaynağı	s.d.	KT	KO	F	p
Regresyon	8	22035,241	2754,405	190,119	***
Artık (Hata)	253	6562,965	14,488	-	-
Genel	461	28598,206	-	-	-

***: p<0,001

Çizelge 3.8. Bafra koyunlarının 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
Sabit	-72,123	5,619	-12,835	***	-68,795	4,871	-14,125	***
CY	0,067	0,075	0,901	0,368	-	-	-	-
GD	0,646	0,116	5,546	***	0,675	0,113	5,967	***
GG	0,573	0,096	5,969	***	0,543	0,092	5,884	***
VU	0,195	0,074	2,623	***	0,225	0,064	3,496	***
GÇ	0,618	0,042	14,725	***	0,624	0,041	15,039	***
BU	0,050	0,185	0,270	0,787	-	-	-	-
BG	0,187	0,257	0,727	0,468	-	-	-	-
SU	0,223	0,051	4,325	***	0,240	0,048	4,991	***
R = 0,878 R ² = 0,771 Hata=%3,806					R = 0,877 R ² = 0,770 Hata=%3,801			

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

Canlı ağırlıktaki değişimin %77,1'i ($R^2=0,771$) vücut ölçülerine ilişkin sekiz değişken tarafından açıklanırken etkisi önemli bulunan beş değişken ile canlı ağırlıktaki değişimin %77'si ($R^2=0,770$) açıklanmaktadır. Canlı ağırlık tahminine yönelik hata ise %3,80'dir.

Çizelge 3.10'daki bulgulara göre; Bafra genotipi için cidago yüksekliği, baş uzunluğu ve baş genişliği değişkenlerinin model üzerindeki etkisi önemli bulunmazken ($p>0,05$), yaş ile birlikte diğer değişkenlerin ise model için önemli bir etkiye sahip olduğu görülmektedir ($p<0,05$). Yaş analize katıldığında Bafra genotipinin canlı ağırlık tahminine ilişkin model üzerindeki etkisi en önemli bulunan değişkenlerin sırası ile göğüs çevresi ve yaş olduğu görülmektedir.

Çizelge 3.9. Bafra koyunlarının yaş ve vücut ölçüleri kullanılarak oluşturulan çoklu doğrusal regresyon analizine ilişkin varyans analizi sonuçları

Değişim Kaynağı	s.d.	KT	KO	F	p
Regresyon	8	23384,708	2598,301	225,268	***
Artık (Hata)	253	5213,498	11,534	-	-
Genel	461	28598,206	-	-	-

***: p<0,001

Yaş ve vücut ölçülerine ilişkin değişkenler canlı ağırlıktaki değişimin %81,8'ini ($R^2=0,818$) açıklamaktadır. Ayrıca, canlı ağırlıktaki değişimin %81,6'sı etkisi önemli

bulunan altı değişken ile açıklanabilmektedir. Ortalama canlı ağırlık değerine ait tahmin hatası ise %3,40'tır (Çizelge 3.10.).

Çizelge 3.10. Bafra koyunlarının yaş ve 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
Sabit	-57,052	5,204	-10,963	***	-52,989	4,595	-11,533	***
YAŞ	1,852	0,171	10,816	***	1,842	0,171	10,760	***
CY	0,076	0,067	1,141	0,255	-	-	-	-
GD	0,567	0,104	5,443	***	0,604	0,101	5,961	***
GG	0,433	0,087	4,996	***	0,397	0,084	4,755	***
VU	0,163	0,066	2,454	*	0,196	0,058	3,403	***
GÇ	0,523	0,038	13,608	***	0,532	0,038	13,968	***
BU	0,059	0,165	0,359	0,720	-	-	-	-
BG	0,261	0,230	1,137	0,256	-	-	-	-
SU	0,161	0,046	3,477	**	0,183	0,043	4,217	***
R = 0,904 R ² = 0,818 Hata=%3,396					R = 0,903 R ² = 0,816 Hata=%3,397			

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

Karayaka ve Bafra koyunlarının yaş ve vücut ölçüleri kullanılarak yukarıda yapılan canlı ağırlık tahminine ilişkin çoklu doğrusal regresyon modelleri Çizelge 3.11'de verilmiştir.

Çizelge 3.11. Karayaka ve Bafra Koyunlarının canlı ağırlık tahminine ilişkin çoklu doğrusal regresyon denklemleri

Genotip	n	Değişkenler	Durum	Regresyon Denklemi	R ²	Hata (%)
Karayaka	223	Vücut Ölçüleri	a	CA = -87,026 + 0,470CY + 0,051GD + 0,910GG + 0,095VU + 0,346GÇ + 0,202BU + 1,125BG + 0,274SU	0,767	3,960
			b	CA = -82,962 + 0,624CY + 0,996GG + 0,439GÇ + 1,275BG + 0,276SU	0,766	3,956
		Yaş ve Vücut Ölçüleri	a	CA = -57,767 + 1,974YAŞ + 0,332CY + 0,193GD + 0,667GG + 0,115VU + 0,283GÇ + 0,044BU + 0,635BG + 0,321SU	0,815	3,539
			b	CA = - 53,705 + 2,037YAŞ + 0,398CY + 0,705GG + 0,310GÇ + 0,631BG + 0,355SU	0,813	3,535
Bafra	462	Vücut Ölçüleri	a	CA = -72,123 + 0,067CY + 0,646GD + 0,573GG + 0,195VU + 0,618GÇ + 0,050BU + 0,187BG + 0,223SU	0,771	3,806
			b	CA = - 68,795 + 0,675GD + 0,543GG + 0,225VU + 0,624GÇ + 0,240SU	0,770	3,801
		Yaş ve Vücut Ölçüleri	a	CA = -57,052 + 1,852YAŞ + 0,076CY + 0,567GD + 0,433GG + 0,163VU + 0,523GÇ + 0,059BU + 0,261BG + 0,161SU	0,818	3,396
			b	CA = - 52,989 + 1,842YAŞ + 0,604GD + 0,397GG + 0,196VU + 0,532GÇ + 0,183SU	0,816	3,397

a: Tüm değişkenler için

b: Etkisi önemli olan değişkenler için

Çizelge 3.11’de etkisi önemli olan değişkenler için verilen belirleme katsayıları (R^2) incelendiğinde, çoklu doğrusal regresyon analizine yaş değişkeninin katılması Karayaka koyunlarının canlı ağırlığındaki değişimin açıklanma oranı (R^2) üzerinde %6,14’lük artış yaratmıştır. Bu oran Bafra koyunları için %5,98 olarak gerçekleşmiştir.

Karayaka ve Bafra genotiplerinin canlı ağırlıkları ile yaş ve diğer vücut ölçüleri arasındaki korelasyon katsayıları Çizelge 3.12’de verilmiştir.

Çizelge 3.12. Karayaka ve Bafra koyunlarının canlı ağırlıkları ile yaş ve diğer vücut ölçüleri arasındaki korelasyon katsayıları

Genotip	n	Değişkenler		YAS	CY	GD	GG	VU	GÇ	BU	BG	SU
Karayaka	223	CA	r	0,798	0,710	0,665	0,706	0,370	0,724	0,453	0,506	0,298
			p	***	***	***	***	***	***	***	***	***
Bafra	462	CA	r	0,661	0,252	0,637	0,565	0,391	0,823	0,196	0,238	0,295
			p	***	***	***	***	***	***	***	***	***

***: p<0,001

Çizelge 3.12’de verilen korelasyon katsayıları, Karayaka koyunlarının canlı ağırlığı ile en yüksek düzeyde ilişkisi olan değişkenlerin sırası ile yaş, göğüs çevresi, cidago yüksekliği ve göğüs genişliği olduğunu ve Bafra koyunlarının canlı ağırlığı ile en yüksek düzeyde ilişkisi olan değişkenlerin ise sırası ile göğüs çevresi ve yaş olduğunu göstermektedir. Bu bulgular, her bir genotipin canlı ağırlık tahminine yönelik yapılan regresyon analizindeki sonuçlar ile paralellik göstermektedir.

3.3. Kümeleme Analizine İlişkin Bulgular

Karayaka ve Bafra genotiplerinin canlı ağırlık ve bazı vücut ölçülerinin yaşa göre karşılaştırılmasına yönelik yapılan varyans analizi sonucunda yaşın etkisi önemli bulunduğu için bireylere ait veriler yaşa göre düzeltilmiştir. Karayaka ve Bafra genotiplerinin canlı ağırlık ve bazı vücut ölçüleri üzerindeki yaşın etki payı ile değişkenlere ilişkin ham ve düzeltilmiş ortalama değerleri Çizelge 3.13 ve Çizelge 3.14’te verilmiştir.

Çizelge 3.13. Karayaka koyunlarının canlı ağırlık ve bazı vücut özellikleri üzerinde yaştan etki payı (EP) ile ham ve düzeltilmiş ortalama değerleri (n=223)

Değişkenler	1 Yaş	2 Yaş	3 Yaş	4 Yaş	5+Yaş	Ham Ortalama	Düzeltilmiş Ortalama
	EP	EP	EP	EP	EP	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$
Canlı Ağırlık (kg)	-10,264	-1,713	2,681	3,708	5,586	48,97±0,54	51,05±0,39
Cidago Yüksekliği (cm)	-4,425	-0,175	1,530	1,493	1,575	57,53±0,27	58,43±0,25
Göğüs Derinliği (cm)	-2,739	-0,340	0,918	0,823	1,340	29,85±0,16	30,42±0,13
Göğüs Genişliği (cm)	-1,830	-0,433	0,601	0,805	0,856	22,61±0,13	22,93±0,13
Vücut Uzunluğu (cm)	-0,742	-0,834	0,010	0,433	1,131	58,38±0,19	58,50±0,25
Göğüs Çevresi (cm)	-6,378	-0,373	1,021	1,991	3,741	92,76±0,39	94,21±0,37
Baş Uzunluğu (cm)	-1,101	-0,231	0,231	0,522	0,581	22,11±0,10	22,31±0,12
Baş Genişliği (cm)	-0,654	-0,580	0,360	0,390	0,482	12,35±0,06	12,41±0,07
Sırt Uzunluğu (cm)	-0,377	-0,184	-0,783	-0,347	1,688	61,84±0,20	62,10±0,26

Çizelge 3.14. Bafra koyunlarının canlı ağırlık ve bazı vücut özellikleri üzerinde yaştan etki payı (EP) ile ham ve düzeltilmiş ortalama değerleri (n=462)

Değişkenler	1 Yaş	2 Yaş	3 Yaş	4 Yaş	5+Yaş	Ham Ortalama	Düzeltilmiş Ortalama
	EP	EP	EP	EP	EP	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$
Canlı Ağırlık (kg)	-11,973	-3,180	1,821	5,033	8,297	61,42±0,37	61,28±0,31
Cidago Yüksekliği (cm)	-0,901	-0,205	0,092	0,725	0,287	68,47±0,15	68,43±0,17
Göğüs Derinliği (cm)	-1,995	-0,974	0,208	0,881	1,882	32,50±0,11	32,60±0,12
Göğüs Genişliği (cm)	-2,242	-1,065	0,327	0,851	2,128	21,60±0,12	21,69±0,13
Vücut Uzunluğu (cm)	-1,069	-0,894	0,023	0,513	1,429	70,64±0,15	70,78±0,17
Göğüs Çevresi (cm)	-6,619	-2,748	0,824	2,703	5,837	100,24±0,30	100,42±0,30
Baş Uzunluğu (cm)	-0,082	-0,196	-0,067	0,038	0,306	20,63±0,05	20,68±0,06
Baş Genişliği (cm)	0,052	-0,220	-0,034	0,015	0,186	11,02±0,03	11,07±0,04
Sırt Uzunluğu (cm)	-1,289	-0,753	-0,309	0,874	1,475	75,30±0,18	75,47±0,21

Karayaka ve Bafra koyunlarının vücut özelliklerine ilişkin yukarıda verilen etki paylarına göre düzeltilmiş değerler üzerinde Tek Bağlantı Kümeleme Yöntemi, Ortalama Bağlantı Kümeleme Yöntemi ve Tam Bağlantı Kümeleme Yöntemi ile yapılan aşamalı kümeleme analizleri ve k-Ortalamlar Kümeleme Yöntemi, Medoid Kümeleme Yöntemi ve Bulanık Kümeleme Yöntemi ile yapılan aşamalı olmayan kümeleme analizleri sonucunda elde edilen bulgular aşağıda verilmiştir.

3.3.1. Aşamalı Kümeleme Analizine İlişkin Bulgular

3.3.1.1. Tek Bağlantı Kümeleme Yöntemi

Karayaka ve Bafra koyunlarının vücut özelliklerine göre Tek Bağlantı Kümeleme Yöntemi (Single Linkage Cluster Analysis) ile kümelenmesine ilişkin analiz sonuçları ve dendrogramlar aşağıda verilmiştir.

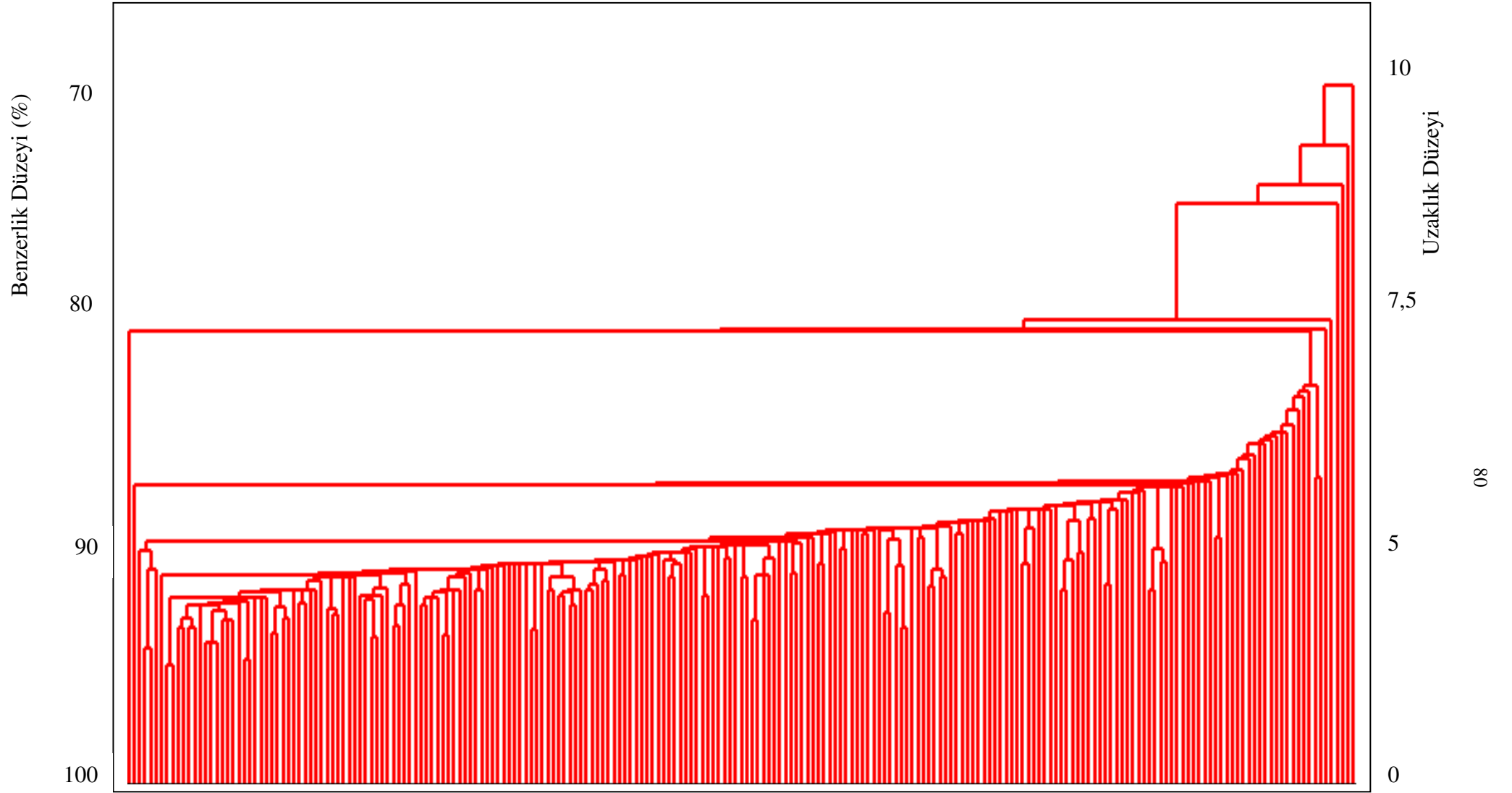
Çizelge 3.15. Karayaka ve Bafra koyunlarının vücut özelliklerine göre TekBKY ile kümelenmesi

Genotip Uzaklık Düzeyi	Karayaka		Bafra	
	Küme Sayısı	Benzerlik Düzeyi	Küme Sayısı	Benzerlik Düzeyi
5	8	%83,23	34	%85,12
7	4	%75,41	7	%81,42
10	1	%70,23	1	%74,23

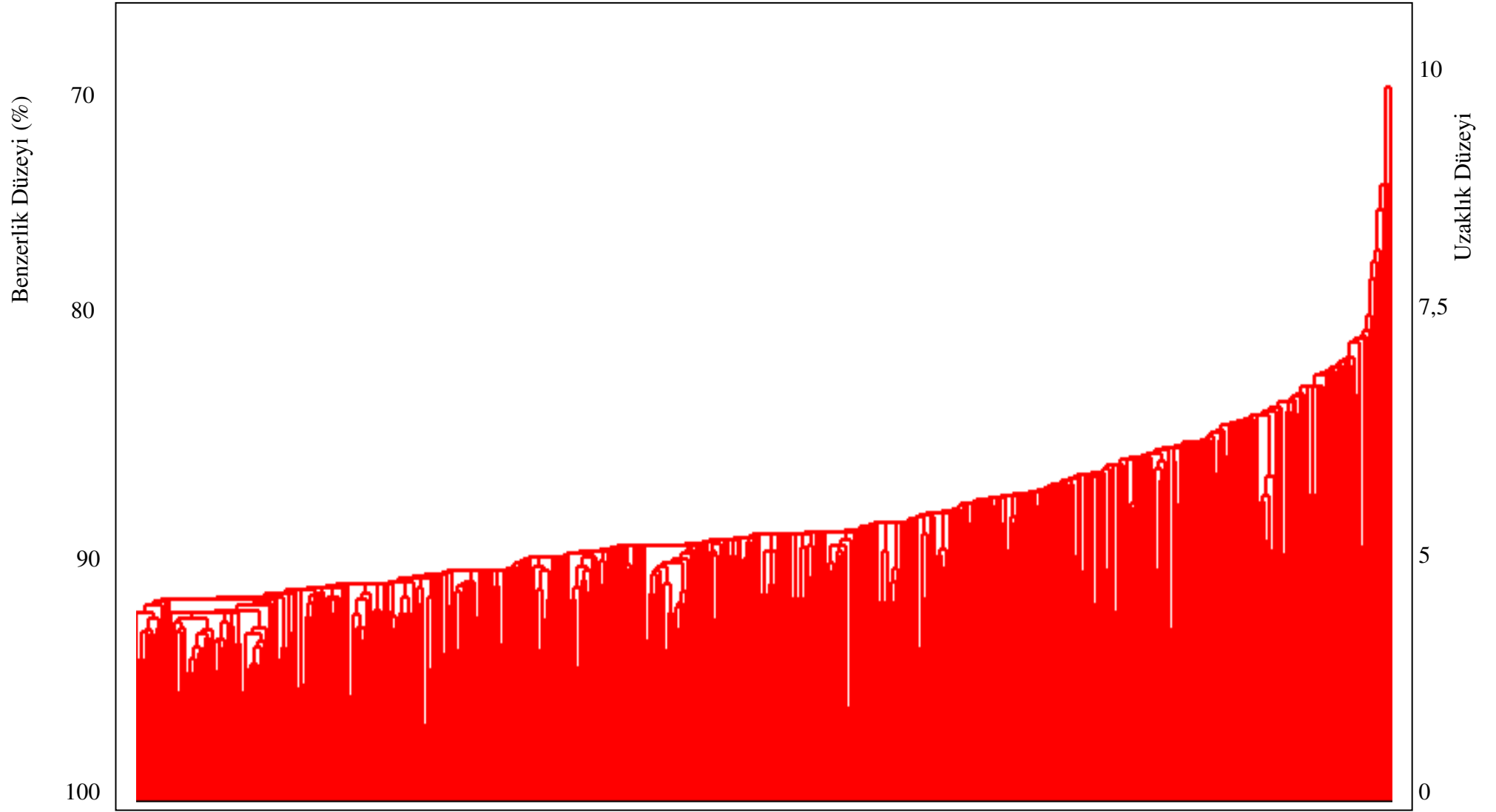
Şekil 3.1. ve Şekil 3.2.’deki dendrogramlar ve Çizelge 3.15’teki Tek Bağlantı Kümeleme Yöntemine ilişkin analiz sonuçları, her iki genotipin vücut özellikleri bakımından %70’lik benzerlik düzeyi ve 10 uzaklık düzeyinde tek kümede toplandığını göstermektedir.

Karayaka genotipinde benzerlik düzeyi %70,23’ten %75,41’e çıktığında küme sayısı 1’den 4’e, %83,23’e çıktığında ise küme sayısı 8’e yükselmiştir. Bafra genotipinde ise benzerlik düzeyi %74,23’ten %81,42’ye çıktığında küme sayısı 1’den 7’ye, %85,12’ye çıktığında ise küme sayısı 34’e yükselmiştir.

Bu bulgular, birimler arasındaki uzaklık düzeyi azaldıkça ve/veya benzerlik düzeyi arttıkça Bafra genotipinde küme sayısının Karayaka genotipine göre daha hızlı arttığını göstermektedir.



Şekil 3.1. Karayaka koyunlarının vücut özelliklerine göre TekBKY ile kümelenmesine ait dendrogram



Şekil 3.2. Bafra koyunlarının vücut özelliklerine göre TekBKY ile kümelenmesine ait dendrogram

3.3.1.2. Ortalama Bağlantı Kümeleme Yöntemi

Karayaka ve Bafra koyunlarının vücut özelliklerine göre Ortalama Bağlantı Kümeleme Yöntemi (Average Linkage Cluster Analysis) ile kümelenmesine ilişkin analiz sonuçları ve dendrogramlar aşağıda verilmiştir.

Çizelge 3.16. Karayaka ve Bafra koyunlarının vücut özelliklerine göre OrtBKY ile kümelenmesi

Genotip Uzaklık Düzeyi	Karayaka		Bafra	
	Küme Sayısı	Benzerlik Düzeyi	Küme Sayısı	Benzerlik Düzeyi
5	59	%84,31	152	%86,15
10	7	%67,64	19	%72,39
15	2	%51,19	5	%52,98
20	1	%47,86	1	%33,71

Şekil 3.3. ve Şekil 3.4'teki dendrogramlar ve Çizelge 3.16'daki Ortalama Bağlantı Kümeleme Yöntemine ilişkin analiz sonuçları incelendiğinde, %50'lik benzerlik düzeyi ve 15 uzaklık düzeyinde Karayaka koyunlarının 2 ve Bafra koyunlarının 5 kümede toplandığı görülmektedir.

Karayaka genotipinde benzerlik düzeyi %51,19'dan %67,64'e çıktığında küme sayısı 2'den 7'ye, %84,31'e çıktığında ise küme sayısı 59'a yükselmiştir. Bafra genotipinde ise benzerlik düzeyi %52,98'den %72,39'a çıktığında küme sayısı 5'ten 19'a, %86,15'e çıktığında ise küme sayısı 152'ye yükselmiştir. Bu bulgular, TekBKY'de olduğu gibi birimler arasındaki uzaklık düzeyi azaldıkça veya benzerlik düzeyi arttıkça Bafra genotipinde küme sayısının Karayaka genotipine göre hızla arttığını göstermektedir. OrtBKY ile kümeleme sonuçlarına göre Bafra koyunlarının Karayaka koyunlarına göre vücut özellikleri bakımından daha heterojen bir yapıda olduğu görülmektedir.

OrtBKY ile kümelemeye ilişkin %50 benzerlik düzeyi ve 15 uzaklık düzeyinde oluşan Karayaka genotipinde 2 ve Bafra genotipinde ise 5 kümeye göre bazı tanıtıcı istatistikler Çizelge 3.17'de verilmiştir. Ayrıca, Bafra genotipine ilişkin küme merkezleri arasındaki uzaklıklar Çizelge 3.18'de verilmiştir.

Çizelge 3.17. Karayaka ve Bafra koyunlarının vücut özelliklerinin OrtBKY ile kümelenmesine ilişkin tanıtıcı istatistikler

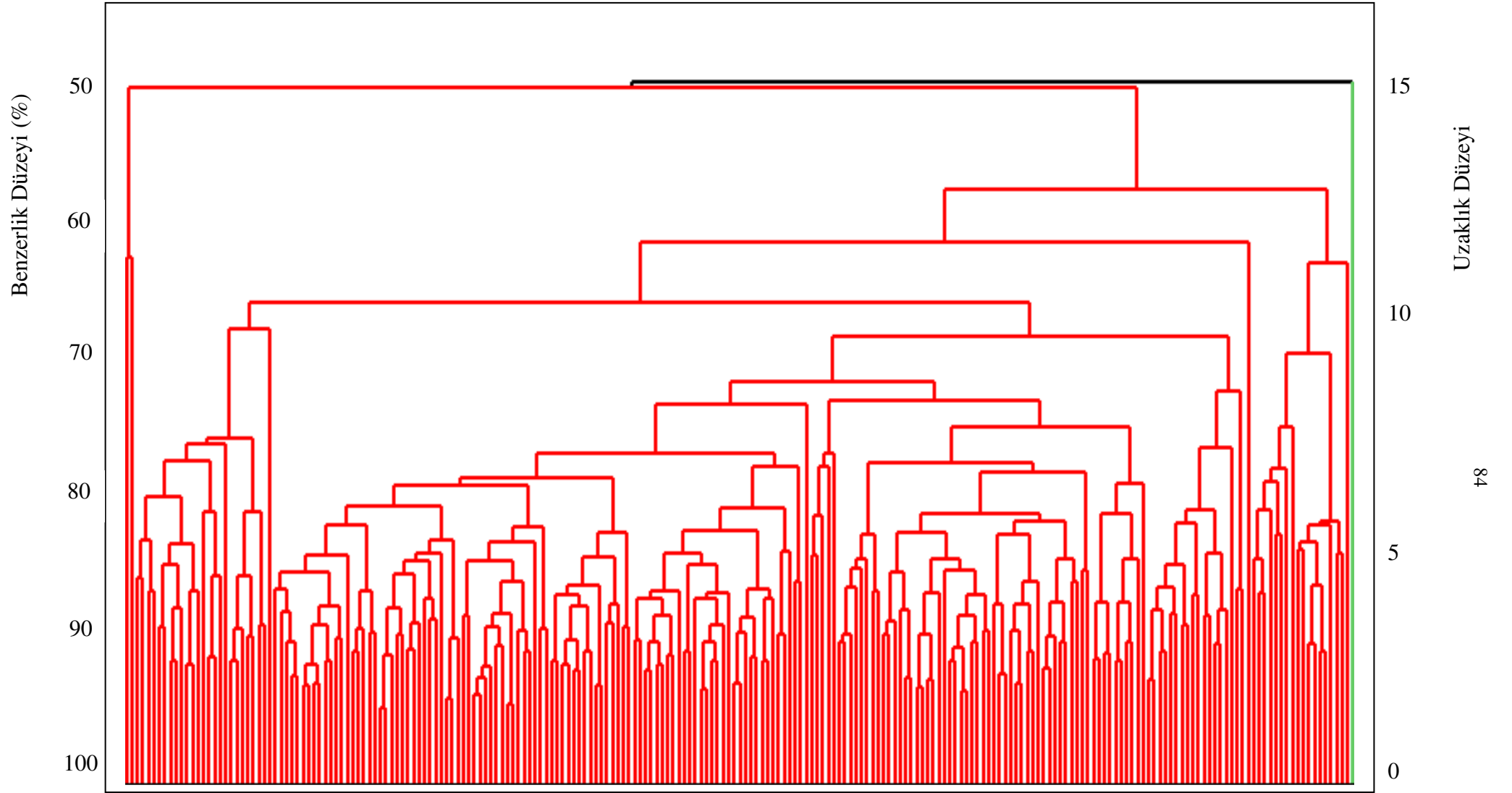
Genotip	Kümeler	n	%	CY	GD	GG	VU	GÇ	BU	BG	SU
Karayaka	1.Küme	221	99,10	58,45	30,42	22,93	58,44	94,20	22,31	12,42	62,10
	2.Küme	2	0,90	55,18	31,34	22,43	70,83	94,37	22,23	11,58	61,18
Bafra	1.Küme	408	88,30	68,46	32,51	21,54	70,79	99,98	20,66	11,09	75,39
	2.Küme	32	6,90	71,59	35,51	24,07	74,61	108,89	21,54	11,19	79,87
	3.Küme	13	2,80	63,48	29,64	19,47	65,09	91,45	19,43	10,58	70,98
	4.Küme	7	1,60	62,85	29,51	22,11	64,43	103,09	20,27	10,42	70,11
	5.Küme	2	0,40	64,91	34,79	29,67	65,98	114,18	21,07	11,03	67,31

Çizelge 3.18. OrtBKY ile oluşan küme merkezleri arasındaki uzaklıklar

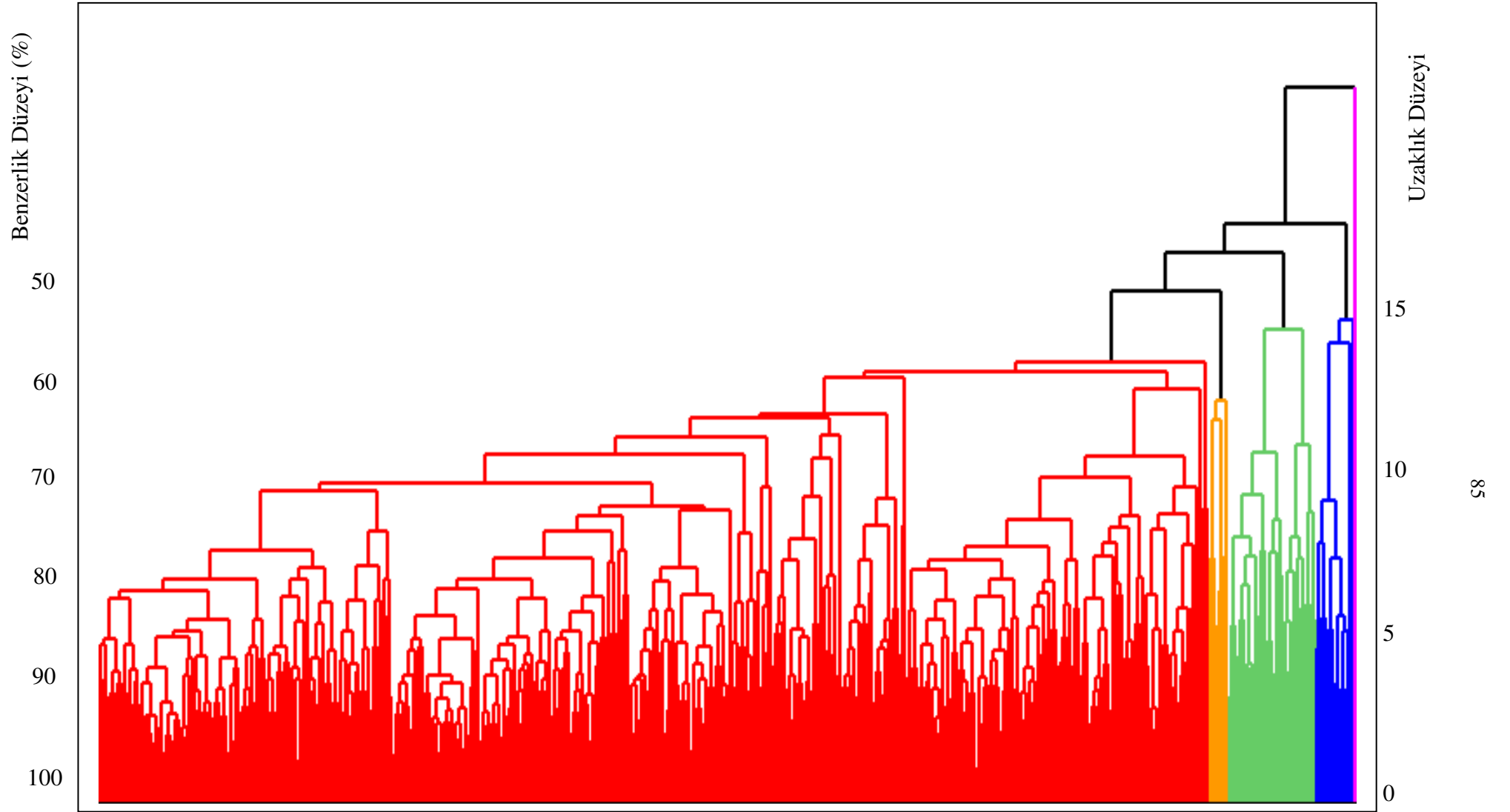
Genotip	Kümeler	1	2	3	4	5
Bafra	1	0,00				
	2	11,83	0,00			
	3	12,80	24,50	0,00		
	4	10,93	18,74	12,02	0,00	
	5	19,34	18,36	25,80	14,94	0,00

Çizelge 3.17’de verilen ve her bir genotipin vücut özelliklerine göre %50 benzerlik düzeyi ve 15 uzaklık düzeyinde OrtBKY ile kümelenmesi sonucu oluşan kümelerdeki koyun sayısı incelendiğinde, Karayaka genotipinde iki koyun dışında diğer koyunların tamamının tek kümede toplandığı, Bafra genotipinde ise 1. kümede koyunların %88,30’u (n=408), 2. kümede %6,9’u (n=32) ve geriye kalanı da (%4,8; n=22) 3., 4. ve 5. kümede toplandığı görülmektedir. Çizelge 3.17’deki küme ortalamalarına göre, Bafra koyunlarında 1. ve 2. kümedeki koyunların cidago yüksekliği ve vücut uzunluğu diğer kümelere göre daha yüksek, 3. ve 4. kümedeki koyunların göğüs derinliği ve 3. kümedeki koyunların göğüs genişliği ve göğüs çevresi diğer kümelerdeki koyunlara göre daha düşük olduğu görülmektedir. Karayaka koyunlarında ise 2. kümedeki iki koyunun vücut uzunluğunun 1. kümeyi oluşturan tüm Karayaka koyunlarının vücut uzunluğu ortalamasından oldukça yüksek olduğu görülmekle birlikte bu durumun ölçüm hatasından kaynaklanabileceği düşünülebilir.

Çizelge 3.18’deki Bafra koyunlarına ilişkin küme merkezleri arasındaki uzaklıklar incelendiğinde, 1. küme ile 2.,3.,4. küme ve 3. küme ile 4. küme arasındaki uzaklık diğer küme uzaklıklarına göre daha küçük olduğu bu nedenle bu kümelerin benzerlik düzeylerinin birbirine yakın olduğu görülmektedir.



Şekil 3.3. Karayaka koyunlarının vücut özelliklerine göre OrtBKY ile kümeleneşine ait dendrogram



Şekil 3.4. Bafra koyunlarının vücut özelliklerine göre OrtBKY ile kümelenmesine ait dendrogram

3.3.1.3. Tam Bağlantı Kümeleme Yöntemi

Karayaka ve Bafra koyunlarının vücut özelliklerine göre Tam Bağlantı Kümeleme Yöntemi (Complete Linkage Cluster Analysis) ile kümelenmesine ilişkin analiz sonuçları ve dendrogramlar aşağıda verilmiştir.

Çizelge 3.19. Karayaka ve Bafra koyunlarının vücut özelliklerine göre TamBKY ile kümelenmesi

Genotip Uzaklık Düzeyi	Karayaka		Bafra	
	Küme Sayısı	Benzerlik Düzeyi	Küme Sayısı	Benzerlik Düzeyi
10	19	%68,78	49	%71,89
15	6	%53,71	16	%57,06
20	3	%48,38	7	%50,83
25	2	%38,61	5	%36,91
30	2	%23,04	2	%21,05
35>	1	%00,00	1	%00,00

Tam Bağlantı Kümeleme Yöntemine ilişkin dendrogramlar (Şekil 3.5. ve Şekil 3.6) ve analiz sonuçları (Çizelge 3.19.) incelendiğinde, %50’lik benzerlik düzeyi ve 20 uzaklık düzeyinde Karayaka koyunlarının 3 ve Bafra koyunlarının 7 kümede toplandığı görülmektedir. Küme sayısı azaldıkça diğer iki yönteme göre uzaklık düzeyi artmakta ve benzerlik düzeyi düşmektedir.

Diğer taraftan, birimler arasındaki uzaklık düzeyi azaldıkça veya benzerlik düzeyi arttıkça Bafra genotipinde küme sayısının Karayaka genotipine göre hızla arttığı görülmektedir.

TamBKY ile kümelemeye ilişkin %50 benzerlik düzeyi ve 20 uzaklık düzeyinde oluşan Karayaka genotipinde 3 ve Bafra genotipinde ise 7 kümeye göre bazı tanıtıcı istatistikler ile kümelerin karşılaştırılmasına ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 3.20’de ve küme merkezleri arasındaki uzaklıklar ise Çizelge 3.21’de verilmiştir.

Çizelge 3.20. Karayaka ve Bafra koyunlarının vücut özelliklerinin TamBKY ile kümelenmesine ilişkin tanıtıcı istatistikler

Genotip	Kümeler	n	%	CY	GD	GG	VU	GÇ	BU	BG	SU
Karayaka	1.Küme	136	60,97	58,83a	30,68a	23,01a	58,76a	94,64a	22,31	12,44	62,43a
	2.Küme	58	26,02	56,12b	29,81a	22,30b	56,46b	90,22b	22,18	12,31	59,45b
	3.Küme	29	13,01	61,16c	31,42b	23,81a	61,37c	100,13c	22,60	12,48	65,87c
	p			***	**	*	***	***	-	-	***
Bafra	1.Küme	202	43,73	68,43a	31,63a	20,60a	70,64a	96,32a	20,54a	10,99	74,90a
	2.Küme	129	27,92	68,28a	33,15b	22,14b	70,59a	103,76b	20,78a	11,18	75,25a
	3.Küme	39	8,44	68,13a	35,06c	24,83c	71,40a	108,85c	20,49a	11,29	73,02ab
	4.Küme	38	8,22	71,75b	33,38b	20,74a	72,85ab	99,38d	21,32b	11,24	81,09c
	5.Küme	25	5,41	71,22b	35,58c	24,67c	74,88b	109,01c	21,52b	11,25	80,57c
	6.Küme	16	3,46	62,40c	30,08d	22,88b	66,19c	101,06d	20,24a	10,42	72,81b
	7.Küme	13	2,82	63,29c	29,62d	20,22a	64,72c	91,47e	19,45c	10,54	70,79d
	p			***	***	***	***	***	*	-	***

*: 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. TamBKY ile oluşan küme merkezleri arasındaki uzaklıklar

Genotip	Kümeler	1	2	3	4	5	6	7
Karayaka	1	0,00						
	2	6,59	0,00					
	3	7,44	13,99	0,00				
Bafra	1	0,00						
	2	7,76	0,00					
	3	13,82	6,52	0,00				
	4	8,21	8,54	13,80	0,00			
	5	15,89	9,80	8,95	10,86	0,00		
	6	9,54	8,82	12,24	14,85	17,69	0,00	
	7	10,36	15,75	20,66	18,02	25,09	10,33	0,00

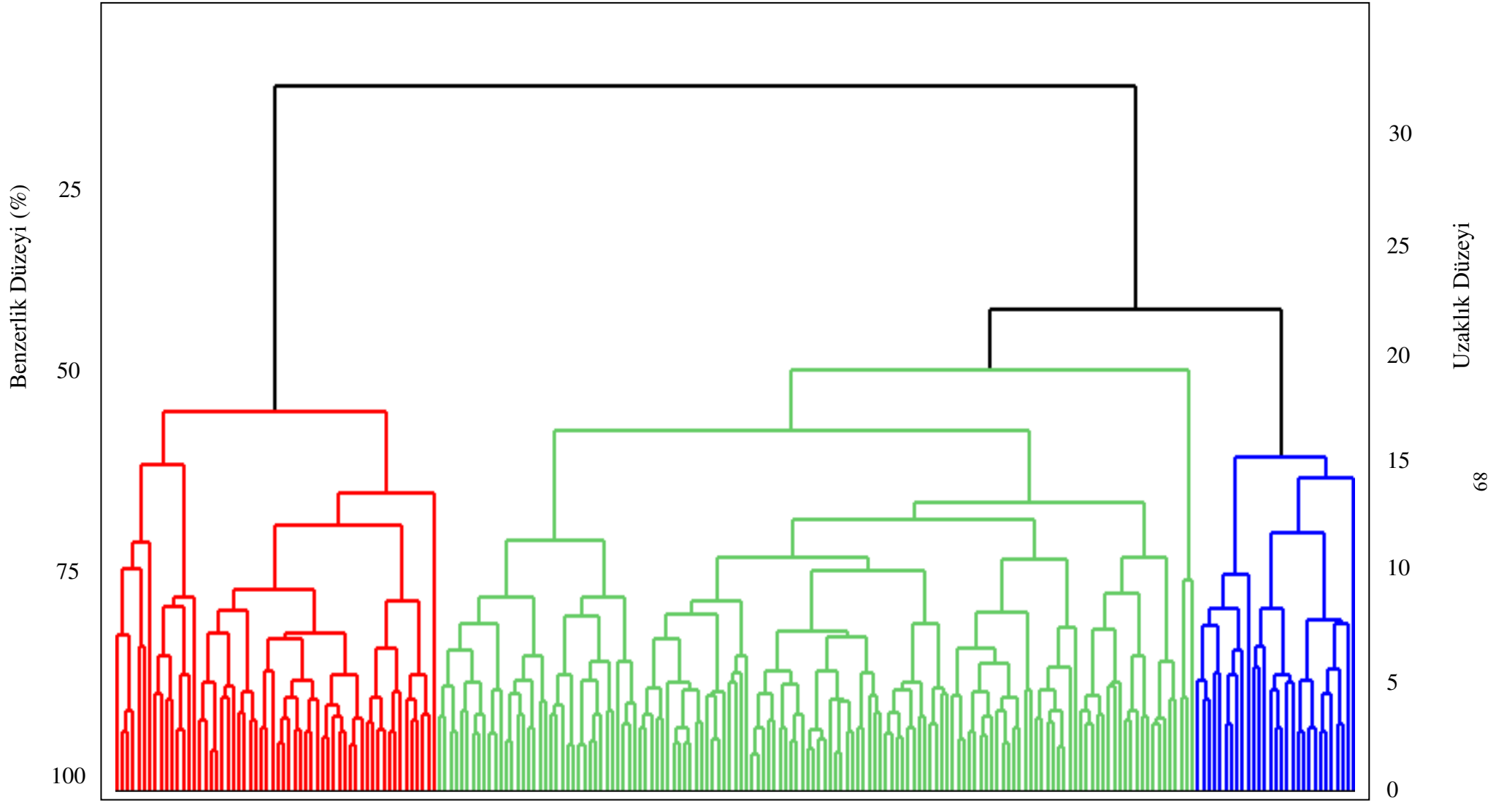
Çizelge 3.20'deki her bir genotipe ait kümelerdeki koyun sayısı incelendiğinde, Karayaka genotipinde 1. kümede koyunların %60,97'si, 2. kümede %26,02'si ve 3. kümede %13,01'i toplandığı görülmektedir. Bafra genotipinde ise 1. kümede koyunların %43,73'ü, 2. kümede %27,92'si, 3. kümede %8,49'u, 4. kümede %8,22'si ve geriye kalanı 5., 6. ve 7. kümede toplanmaktadır.

Çizelge 3.20'de verilen küme ortalamaları ve kümelerin karşılaştırılmasına ilişkin bulgulara göre, Karayaka koyunlarında genel anlamda vücut ölçülerine ait ortalama değerlerinin en düşük olduğu küme 2. küme ve en yüksek olduğu küme de 3. kümedir. Karayaka koyunlarında 3. kümedeki koyunların göğüs derinliği diğer iki

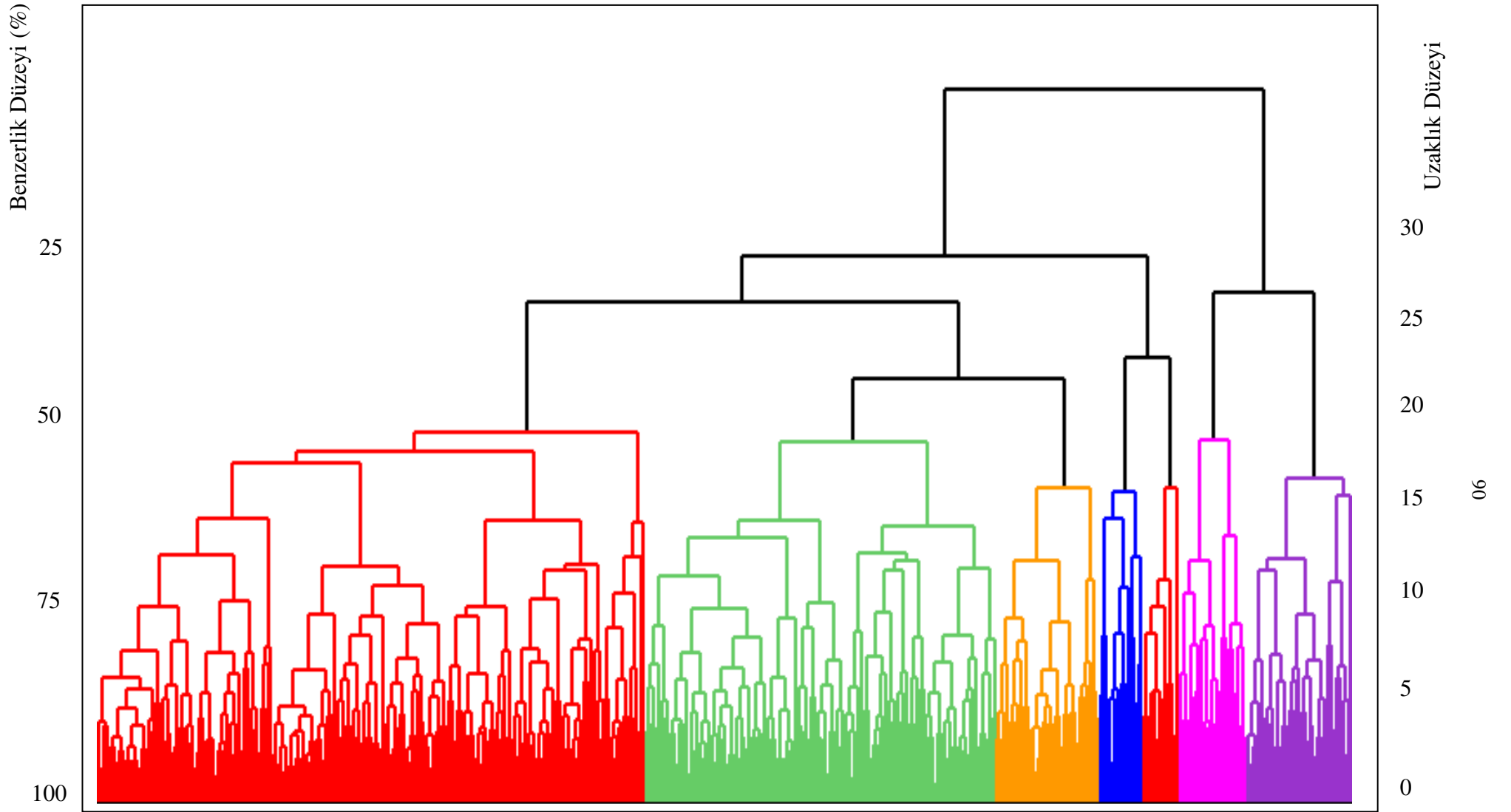
kümeden yüksek iken 2. kümedeki koyunların göğüs genişliği diğer kümelere göre daha düşüktür. Kümeler arasında baş uzunluğu ve baş genişliği ölçülerine göre önemli farklılık bulunmaz iken diğer vücut ölçülerine ilişkin ortalamalar arasındaki farklar önemlidir. Bafra koyunlarında ise her bir kümeye ait baş genişliği ortalamaları arasında önemli farklılıklar bulunmaz iken diğer vücut ölçülerine ilişkin ortalamalar arasındaki farklar ise önemli bulunmuştur. Ortalamalara göre özellikle 6. ve 7. kümede cidago yüksekliği ve vücut uzunluğu ile 1. ve 7. kümede göğüs çevresi diğer kümelerden daha düşük iken 4. ve 5. kümede sırt uzunluğu diğer kümelerden daha büyüktür.

Karayaka koyunlarının vücut ölçütlerine göre TamBKY ile kümelenmesinde baş uzunluğu ve baş genişliği değişkenleri Bafra koyunlarında ise baş genişliği değişkeni etkili olmamaktadır.

Çizelge 3.21'deki Karayaka koyunlarına ilişkin küme merkezleri arasındaki uzaklıklar incelendiğinde, birbirine en uzak kümelerin 2. küme ile 3. küme olduğu görülmektedir. Bafra koyunlarında ise, 1., 2., 4. kümelerin birbirine ve 3. ile 5. kümelerin de birbirine diğer kümelere göre daha yakın olduğu görülmektedir.



Şekil 3.5. Karayaka koyunlarının vücut özelliklerine göre TamBKY ile kümelenmesine ait dendrogram



Şekil 3.6. Bafra koyunlarının vücut özelliklerine göre TamBKY ile kümelenmesine ait dendrogram

3.3.1.4. Aşamalı Kümeleme Yöntemlerine İlişkin Özet İstatistikler

Karayaka ve Bafra koyunlarının vücut özelliklerine göre sınıflandırılmasına ilişkin uygulanan aşamalı kümeleme yöntemleri ile elde edilen küme sayıları farklı benzerlik düzeylerine göre Çizelge 3.22’de verilmiştir.

Çizelge 3.22. Aşamalı kümeleme yöntemlerine ilişkin özet istatistikler

Kümeleme Yöntemi	Genotip	Karayaka				Bafra			
	Benzerlik Düzeyi	%50	%60	%70	%80	%50	%60	%70	%80
	Küme Sayısı	n	n	n	n	n	n	n	n
Tek Bağlantı Kümeleme Yöntemi		1	1	1	5	1	1	1	5
Ortalama Bağlantı Kümeleme Yöntemi		2	5	9	32	5	9	16	54
Tam Bağlantı Kümeleme Yöntemi		3	11	22	55	7	17	44	102

Çizelge 3.22’de verilen %50, %60, %70 ve %80 benzerlik düzeylerinde Karayaka ve Bafra koyunlarının TekBKY, OrtBKYve TamBKY ile kümelenmesine ilişkin küme sayıları ve dendrogramlar incelendiğinde, her dört düzeyde de en yüksek küme sayısı Tam Bağlantı Kümeleme Yöntemi ile elde edilmiştir. Tek Bağlantı Kümeleme Yönteminde dört benzerlik düzeyinde de Karayaka ve Bafra koyunlarına ait küme sayıları eşit iken diğer iki kümeleme yönteminde ise Bafra koyunlarına ait küme sayısı Karayaka koyunlarına ait küme sayısından yüksektir. Her bir aşamalı kümeleme yöntemi için %60’lık benzerlik düzeyi dikkate alındığında; Tek Bağlantı Kümeleme Yönteminde Karayaka ve Bafra koyunları için 1 küme, Ortalama Bağlantı Kümeleme Yönteminde Karayaka koyunları için 5 küme Bafra koyunları için 9 küme ve Tam Bağlantı Kümeleme Yönteminde ise Karayaka koyunları için 11 küme Bafra koyunları için 17 küme elde edilmiştir.

Çizelge 3.15, 3.16. ve 3.19’da verilen TekBKY, OrtBKYve TamBKY ile kümeleme sonuçları ve dendrogramlar karşılaştırıldığında, Tek Bağlantı Kümeleme Yönteminde diğer yöntemlere göre aynı küme sayısında uzaklık düzeylerinin daha düşük ve benzerlik düzeylerinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Küme sayısının eşit olduğu durumda en yüksek uzaklık düzeyi ve en düşük benzerlik düzeyine sahip yöntem ise Tam Bağlantı Kümeleme Yöntemidir.

Gerek Karayaka gerekse Bafra koyunları tek kümede toplandığında; Tek Bağlantı Kümeleme Yönteminde uzaklık düzeyi 10 ve benzerlik düzeyi %70-75 civarında, Ortalama Bağlantı Kümeleme Yönteminde uzaklık düzeyi 20 ve benzerlik düzeyi %40-50 civarında ve Tam Bağlantı Kümeleme Yönteminde uzaklık düzeyi 30 ve benzerlik düzeyi %20-30 civarında olmaktadır. Uzaklık düzeyi 15 iken Tek Bağlantı Kümeleme Yönteminde Karayaka ve Bafra koyunları 1 kümede, Ortalama Bağlantı Kümeleme Yönteminde Karayaka koyunları 2 ve Bafra koyunları 5 kümede ve Tam Bağlantı Kümeleme Yönteminde ise Karayaka koyunları 6 ve Bafra koyunları 16 kümede toplanmaktadır.

3.3.2. Aşamalı Olmayan Kümeleme Analizine İlişkin Bulgular

3.3.2.1. k-Ortalamlar Kümeleme Yöntemi

k-Ortalamlar (k-Means) Kümeleme Yöntemi'nde (k-OrtKY) küme sayısının belirlenmesi için küme sayısının $k=2, 3, 4, \dots$ biçiminde ardışık olarak bir artırılması ile her bir bireyin hangi kümeye ait olduğunu veren küme üyelik kodları kullanılarak elde edilen yeni veri yapısına Ayırma Analizi (Discriminant Analysis) uygulanmış ve her bir küme sayısı için doğru sınıflandırılma oranları ve ayırma fonksiyonlarına ilişkin Wilk's Lamda değerleri Çizelge 3.23'te verilmiştir.

Çizelge 3.23. Karayaka ve Bafra koyunlarının vücut özelliklerine göre k-Ortalamlar Kümeleme Yöntemi ile kümeleneşmesi

Genotip Küme Sayısı	Karayaka				Bafra			
	Doğru Sınıflandırılma Oranı	Wilk's Lamda	sd	P	Doğru Sınıflandırılma Oranı	Wilk's Lamda	sd	p
2	%90,3	0,899	8	0,010	%84,1	0,954	8	0,013
3	%94,2	0,764	16	0,000	%88,2	0,942	16	0,010
4	%93,3	0,617	24	0,000	%87,7	0,909	24	0,026
5	%80,1	0,851	32	0,173	%83,3	0,936	32	0,736
6	%81,5	0,887	40	0,279	%83,9	0,908	40	0,471
7	%76,3	0,912	48	0,377	%95,7	0,691	48	0,000
8	-	-	-	-	%90,9	0,706	56	0,000
9	-	-	-	-	%91,1	0,764	64	0,000
10	-	-	-	-	%87,1	0,846	72	0,020

Karayaka koyunlarının vücut özelliklerine göre k-Ortalamlar Kümeleme Yöntemi ile kümelenebilirliği sonucu en yüksek önemliliğe sahip Wilk's Lambda değeri ve Ayırma Analizi ile doğru sınıflandırılma oranı en yüksek küme sayısının 3 ve 4 olduğu görülmektedir. k-Ortalamlar Kümeleme Yöntemi ile elde edilen küme üyelik kodları kullanılarak uygulanan Ayırma Analizi sonucunda 3 küme için %94,2 ve 4 küme için %93,3 oranında doğru sınıflandırılma yapılmıştır.

Bafra koyunlarında ise en yüksek önemliliğe sahip Wilk's Lambda değeri ve Ayırma Analizi doğru sınıflandırılma oranı en yüksek küme sayısının 7, 8 ve 9 olduğu görülmektedir. Ayırma Analizi sonucunda 7 küme için %95,7 oranında 8 küme için %90,9 oranında ve 9 küme için %91,1 oranında doğru sınıflandırılma yapılmıştır.

k-Ortalamlar Kümeleme Yöntemi ile kümeleme analizi ve Ayırma Analizi sonucunda en yüksek doğru sınıflandırılmanın olduğu Karayaka koyunları için 3 küme ve Bafra koyunları için 7 kümeye ilişkin tanıttıcı istatistikler ile kümelerin karşılaştırılmasına ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 3.24'te ve küme merkezleri arasındaki uzaklıklar ise Çizelge 3.25'te verilmiştir.

Çizelge 3.24. Karayaka ve Bafra koyunlarının vücut özelliklerinin k-Ortalamlar Kümeleme Yöntemi ile kümelenebilirliğine ilişkin tanıttıcı istatistikler

Genotip	Kümeler	n	%	CY	GD	GG	VU	GÇ	BU	BG	SU
Karayaka	1.Küme	55	24,66	59,49a	30,53a	22,62a	60,35a	92,11a	21,97	12,28	63,48a
	2.Küme	89	39,91	56,53b	29,72b	22,48a	56,68b	91,57a	22,28	12,35	59,84b
	3.Küme	79	35,43	59,81a	31,15c	23,66b	59,27a	98,64b	22,58	12,57	63,70a
	p			***	**	**	***	***	-	-	***
Bafra	1.Küme	90	19,48	68,86a	32,79a	21,45a	71,78a	99,15a	20,44a	11,00a	73,40a
	2.Küme	73	15,80	68,58a	30,90b	19,98b	70,95b	93,75b	20,81ab	10,98a	76,46b
	3.Küme	79	17,10	65,64b	31,81a	21,96a	68,08c	101,85a	20,50a	11,03a	74,13a
	4.Küme	41	8,87	65,10b	30,48b	20,66ab	67,59d	94,00b	20,03a	10,60a	70,92c
	5.Küme	63	13,64	70,40c	32,93a	20,87ab	72,17a	99,22a	21,10b	11,22b	80,35d
	6.Küme	65	14,07	67,69d	34,77c	24,21c	71,16a	108,83c	20,63a	11,31b	73,98a
	7.Küme	51	11,04	71,24c	34,41c	22,73d	73,30e	105,93d	21,27b	11,24b	79,26d
	p			***	***	***	***	***	**	*	***

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

Çizelge 3.25. k-OrtKY ile oluşan küme merkezleri arasındaki uzaklıklar

Genotip	Kümeler	1	2	3	4	5	6	7
Karayaka	1	0,00						
	2	6,04	0,00					
	3	6,76	9,27	0,00				
Bafra	1	0,00						
	2	6,82	0,00					
	3	6,37	9,62	0,00				
	4	8,89	7,45	8,73	0,00			
	5	7,03	7,40	9,36	13,13	0,00		
	6	10,52	16,34	8,74	16,74	12,49	0,00	
	7	9,45	13,74	10,47	17,42	7,34	7,49	0,00

Çizelge 3.24'teki her bir genotipe ait kümelerdeki koyun sayısı incelendiğinde, Karayaka genotipinde 1. kümede koyunların %24,66'sı, 2. kümede %39,91'i ve 3. kümede %35,43'ünün toplandığı görülmektedir. Bafra genotipinde ise 1. kümede koyunların %19,48'i, 4. kümede %8,87'si toplanırken diğer kümelerdeki birey sayıları birbirine yakındır.

Çizelge 3.24'te verilen küme ortalamaları ve kümelerin karşılaştırılmasına ilişkin bulgulara göre, Karayaka koyunlarında genel anlamda vücut ölçülerine ait ortalama değerlerinin en düşük olduğu küme 2. küme ve en yüksek olduğu küme de 3. kümedir. Karayaka koyunlarında 3. kümedeki koyunların göğüs derinliği, göğüs genişliği ve göğüs çevresi diğer iki kümeden yüksek iken 2. kümedeki koyunların cidago yüksekliği, vücut uzunluğu ve sırt uzunluğu diğer kümelerle göre daha düşüktür. Kümeler arasında baş uzunluğu ve baş genişliği ölçülerine göre önemli farklılık bulunmaz iken diğer vücut ölçülerine ilişkin ortalamalar arasındaki farklar önemlidir. Bafra koyunlarında ise tüm vücut ölçülerine ilişkin ortalamalar arasındaki farklar önemli bulunmuştur. Ortalamalara göre özellikle 3. ve 4. kümede cidago yüksekliği ve vücut uzunluğu, 2. ve 4. kümede göğüs genişliği diğer kümelerden daha düşük iken 6. ve 7. kümede göğüs derinliği, göğüs genişliği, göğüs çevresi ve baş genişliği, 2., 5. ve 7. kümede baş uzunluğu ve 5. ve 7. kümede sırt uzunluğu diğer kümelerden daha büyüktür.

Karayaka koyunlarının vücut ölçütlerine göre k-Ortalamlar Kümeleme Yöntemi ile kümelendiğinde baş uzunluğu ve baş genişliği değişkenleri etkili olmazken Bafra koyunlarında ise tüm değişkenler kümelemede etkili rol oynamaktadır.

Çizelge 3.25'deki Karayaka koyunlarına ilişkin küme merkezleri arasındaki uzaklıklar incelendiğinde, birbirine en uzak kümelerin 2. küme ile 3. küme olduğu görülmektedir. Bafra koyunlarında ise, 1. ile 2. küme, 1. ile 3. küme ve 1. ile 5. kümelerin birbirine diğer kümelere göre daha yakın olduğu görülmektedir.

Çizelge 3.19 ve Çizelge 3.23'teki Karayaka ve Bafra koyunlarının vücut özelliklerine göre yapılan kümeleme analizlerinde Tam Bağlantı Kümeleme Yöntemi ve k-Ortalamalar Kümeleme Yöntemi ile elde edilen küme sayıları aynıdır. Gerek Tam Bağlantı Kümeleme Yöntemi gerekse k-Ortalamalar Kümeleme Yönteminde Karayaka genotipindeki 223 bireyin 134'ü (%60,1) ve Bafra genotipindeki 462 bireyin 221'i (%47,8) aynı (ortak) kümelerde yer almaktadır.

3.3.2.2. Medoid Kümeleme Yöntemi

Karayaka ve Bafra koyunlarının vücut ölçülerine göre Kaufmann-Rousseeuw yaklaşımına göre Medoid Kümeleme Yöntemi (Medoid Clustering Method) ile kümelenmesinde küme sayısının $k=2, 3, 4, \dots$ biçiminde ardışık olarak bir artırılması ile hesaplanan ortalama gölge istatistiği veya siluet katsayısı (Sillhoutte Coefficient $-\overline{SC}$ -) ve her bir bireyin hangi kümeye ait olduğunu veren küme üyelik kodları kullanılarak elde edilen Ayırma Analizi doğru sınıflandırılma oranları Çizelge 3.26'da verilmiştir.

Çizelge 3.26. Karayaka ve Bafra koyunlarının vücut özelliklerine göre Medoid Kümeleme Yöntemi ile kümelenmesi

Genotip Küme Sayısı	Karayaka		Bafra	
	Doğru Sınıflandırılma Oranı	$\overline{SC}$	Doğru Sınıflandırılma Oranı	$\overline{SC}$
2	%80,3	0,53624	%74,1	0,26812
3	%82,7	0,57044	%77,4	0,52522
4	%78,4	0,51289	%78,3	0,54645
5	%74,1	0,29221	%67,9	0,24611
6	%71,3	0,19353	%68,1	0,29677
7	%65,2	0,19637	%81,2	0,59819
8	%60,1	0,09881	%70,4	0,44941
9	-	-	%70,6	0,45362
10	-	-	%67,1	0,35131
Küme eleman sayıları	k=3 için; $n_1=53$ $n_2=86$ $n_3=84$		k=7 için; $n_1=85$ $n_2=71$ $n_3=78$ $n_4=51$ $n_5=62$ $n_6=60$ $n_7=55$	
Küme uzaklığı	D=2,62		D=3,41	

Karayaka koyunlarının vücut özelliklerine göre Medoid Kümeleme Yöntemi ile kümelenmesi sonucu küme sayısı 2, 3 ve 4 için $\overline{SC}$ istatistiği ve Ayırma Analizi ile yapılan doğru sınıflandırılma oranı maksimize edilmiştir. $\overline{SC}$ istatistiğinin en büyük değeri ise küme sayısının 3 olması durumunda elde edilmiştir ($\overline{SC}=0,57044$). Çizelge 2.1’de verilen $\overline{SC}$ ’nin değerlendirme kriterleri dikkate alındığında k=3 için uygun kümeleme yapısının olduğu söylenebilir. k=3 için küme uzaklığı D=2,62 olarak hesaplanmış olup Ayırma Analizi doğru sınıflandırılma oranı ise %82,7’dir. Karayaka koyunlarının vücut özelliklerine göre elde edilen 3 küme için 1. kümede koyunların %23,77’si ($n_1=53$), 2. kümede 38,56’sı ($n_2=86$) ve 3. kümede ise %37,67’si ($n_3=84$) yer almaktadır.

Bafra koyunlarında ise küme sayısı 3, 4 ve 7 için SC istatistiği ve Ayırma Analizi ile yapılan doğru sınıflandırılma oranı maksimize edilmiştir. $\overline{SC}$ istatistiğinin en büyük değeri ise küme sayısının 7 olması durumunda elde edilmiştir ($\overline{SC}=0,59819$). Çizelge 2.1’de verilen $\overline{SC}$ ’nin değerlendirme kriterleri dikkate alındığında k=7 için uygun kümeleme yapısının olduğu söylenebilir. k=7 için küme uzaklığı D=3,41 olarak hesaplanmıştır. Ayırma Analizi sonucunda ise 7 küme için %81,2 oranında doğru sınıflandırılma yapılmıştır. Bafra koyunlarının vücut özelliklerine göre elde edilen 7 kümede yer alan koyunların kümelere göre dağılımında büyük farklılıklar yoktur.

3.3.2.3. Bulanık Kümeleme Yöntemi

Karayaka ve Bafra koyunlarının vücut ölçülerine göre Bulanık Kümeleme Yöntemi (Fuzzy Clustering Method) ile kümelenmesinde küme sayısının k=2, 3, 4, ... biçiminde ardışık olarak bir bir artırılması ile hesaplanan ortalama gölge istatistiği veya siluet katsayısı (Sillhoutte Coefficient – $\overline{SC}$ -), Dunn ayrıştırma katsayısı ve her bir bireyin hangi kümeye ait olduğunu veren küme üyelik kodları kullanılarak elde edilen Ayırma Analizi doğru sınıflandırılma oranları Çizelge 3.27’de verilmiştir.

Çizelge 3.27’deki Bulanık Kümeleme Yöntemi ile yapılan kümeleme analizi sonuçlarına göre, Karayaka genotipinde küme sayısı 2 ve Bafra genotipinde küme sayısı 4 iken $\overline{SC}$ istatistiği, Dunn ayrıştırma katsayısı ve Ayırma Analizi ile yapılan doğru sınıflandırılma oranı en yüksek değerine ulaşmıştır. Bulanıklığın derecesini

gösteren Dunn ayrıştırma katsayıları incelendiğinde, Karayaka genotipi 2 küme ve Bafra genotipi 4 küme ile temsil edildiğinde diğer küme sayılarına göre bulanıklığın daha az olduğu görülmektedir. Ayırma Analizi doğru sınıflandırılma oranı ise Karayaka genotipi (k=2) için %75,4 ve Bafra genotipi (k=4) için %77,1'dir.

Çizelge 3.27. Karayaka ve Bafra koyunlarının vücut özelliklerine göre Bulanık Kümeleme Yöntemi ile kümelenmesi

Genotip Küme Sayısı	Karayaka			Bafra		
	Doğru Sınıflandırılma Oranı	$\overline{SC}$	Dunn Ayrıştırma Katsayısı	Doğru Sınıflandırılma Oranı	$\overline{SC}$	Dunn Ayrıştırma Katsayısı
2	%75,4	0,54400	0,69	%70,1	0,37833	0,47
3	%70,3	0,39033	0,51	%74,2	0,40522	0,48
4	%66,9	0,35850	0,49	%77,1	0,53500	0,62
5	%61,3	0,29280	0,43	%68,4	0,33220	0,43
6	%68,2	0,30983	0,47	%68,6	0,33819	0,44
7	%62,2	0,33543	0,44	%73,1	0,45619	0,50
8	-	-	-	%67,2	0,32931	0,41
9	-	-	-	%64,9	0,29500	0,39
10	-	-	-	%64,4	0,29373	0,40
Küme eleman sayıları	k=2 için; $n_1=56$ $n_2=44$			k=4 için; $n_1=22$ $n_2=32$ $n_3=21$ $n_4=25$		

Karayaka koyunlarının vücut özelliklerine göre uygun görülen 2 küme için koyunların %56'sı 1. kümede, %44'ü 2. kümede ve Bafra koyunları için belirlenen 4 küme için koyunların %22'si 1. kümede, %32'si 2. kümede, %21'i 3. kümede ve %25'i 4. kümede yer almaktadır.

Bulanık Kümeleme Yöntemi ile yapılan kümeleme analizinde i. kümenin ne derece iyi kümelendiğini veren SC_i istatistikleri Karayaka genotipi için Çizelge 3.28'de ve Bafra genotipi için Çizelge 3.29'da verilmiştir.

Çizelge 3.28. Karayaka koyunlarının küme sayısına ilişkin SC_i istatistikleri

Küme Sayısı	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	0,672	0,416								
3	0,488	0,275	0,408							
4	0,600	-0,078	0,408	0,504						
5	0,432	0,392	0,400	0,504	-0,264					
6	0,400	0,576	0,312	-0,288	0,211	0,648				
7	0,368	0,312	0,400	0,324	0,472	-0,184	0,656			
8	0,236	0,528	0,244	0,312	0,315	0,430	-0,352	0,656		
9	0,316	0,548	0,064	0,392	0,214	0,420	0,504	-0,192	0,536	
10	0,336	0,392	0,400	0,392	0,448	0,340	-0,264	-0,232	0,568	0,168

Çizelge 3.28’de verilen Karayaka koyunlarının küme sayısına ilişkin SC_i istatistikleri incelendiğinde, 1. kümenin ($SC_i=0,672$) 2. kümeden ($SC_i=0,416$) daha kararlı bir yapıda olduğu görülmektedir.

Çizelge 3.29. Bafra koyunlarının küme sayısına ilişkin SC_i istatistikleri

Küme Sayısı	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	0,410	0,347								
3	0,407	0,469	0,340							
4	0,320	0,580	0,520	0,720						
5	0,360	0,327	0,333	0,420	0,221					
6	0,333	0,480	0,260	0,176	0,240	0,540				
7	0,560	0,610	0,333	0,340	0,393	0,410	0,547			
8	0,260	0,534	0,120	0,260	0,263	0,358	0,293	0,547		
9	0,180	0,540	0,053	0,327	0,178	0,350	0,420	0,160	0,447	
10	0,270	0,327	0,333	0,337	0,373	0,283	0,220	0,320	0,334	0,140

Çizelge 3.29’da verilen Bafra koyunlarının küme sayısına ilişkin SC_i istatistikleri incelendiğinde, en kararlı kümenin 4. küme olduğu en kararsız kümenin ise 1. küme olduğu görülmektedir.

Karayaka ve Bafra koyunları içerisinde tesadüfi örnekleme yöntemi ile seçilen 100 bireyin Ek-7’de verilen; üye olduğu küme, komşu küme ve küme üyelik olasılıkları incelendiğinde bazı bireylerin çok az bir olasılıkla kendi kümelerine ait oldukları ve kararsız bir yapı sergiledikleri görülmektedir.

3.3.3. Aşamalı ve Aşamalı Olmayan Kümeleme Yöntemlerine İlişkin Özet İstatistikler

Karayaka ve Bafra koyunlarının vücut ölçülerine göre sınıflandırılmasına yönelik yukarıda uygulanan Aşamalı ve Aşamalı Olmayan Kümeleme Yöntemleri sonucu belirlenen küme sayıları ve küme üyelik kodları kullanılarak yapılan Ayırma Analizine göre elde edilen doğru sınıflandırılma oranları özet olarak Çizelge 3.30’da verilmiştir.

Çizelge 3.30’daki bulgulara göre, vücut ölçülerine göre Karayaka koyunları 3 kümeye Bafra koyunları ise 7 kümeye ayrıldığında, Ayırma Analizi ile elde edilen doğru sınıflandırılma oranı üç kümeleme yöntemi için de yüksek düzeydedir. Tam Bağlantı Kümeleme Yöntemi ve k-Ortalamlar Kümeleme Yönteminde doğru sınıflandırılma oranı en yüksek olan kümeleme yöntemleridir.

Çizelge 3.30. Kümeleme yöntemlerine ilişkin özet istatistikler

Kümeleme Yöntemi		Karayaka		Bafra	
		Küme Sayısı	Doğru Sınıflandırılma Oranı	Küme Sayısı	Doğru Sınıflandırılma Oranı
Aşamalı kümeleme yöntemleri	Tek Bağlantı Kümeleme Yöntemi	1	-	1	-
	Ortalama Bağlantı Kümeleme Yöntemi	1	-	5	%78,3
	Tam Bağlantı Kümeleme Yöntemi	3	%88,9	7	%86,6
Aşamalı olmayan kümeleme yöntemleri	k-Ortalamalar Kümeleme Yöntemi	3	%94,2	7	%95,7
	Medoid Kümeleme Yöntemi	3	%82,7	7	%81,2
	Bulanık Kümeleme Yöntemi	2	%75,4	4	%77,1

4. TARTIŞMA

Karayaka genotipi Türkiye’de Merinos, Sakız ve Morkaraman gibi koyun ırklarına oranla daha küçük yapılı bir koyun ırkı olarak bilinmektedir. Bununla birlikte, çevresel faktörlerin, özellikle beslenmenin etkisi altında canlı ağırlık ve vücut ölçüleri değişebilmektedir (Aritürk, 1961).

Bu araştırmada kullanılan verileri, Atasoy ve ark. (2003) tarafından yapılan ve Karayaka ve Bafra (Sakız x Karayaka G₁) koyunlarındaki verim özelliklerinin incelendiği araştırmada kullanılan veriler oluşturmaktadır. Bundan dolayı, gerek Atasoy ve ark. (2003), gerekse bu çalışmada yaşıya göre düzeltilmiş canlı ağırlık değeri Bafra (Sakız x Karayaka G₁) koyunları için 61,28 kg ve Karayaka koyunları için 51,05 kg olarak hesaplanmıştır. Karayaka koyunları için verilen değer, Aritürk (1961) tarafından yapılan çalışmadan elde edilen sonuçtan (58,40 kg) düşük olmasına karşılık, genellikle literatürde (Özcan, 1960; Özcan ve Aritürk, 1960; Aritürk ve ark., 1963; Ertuğrul 1985; Aritürk ve ark., 1987; Aydoğan ve Gül, 1992) belirtilen değerlerden daha yüksektir. Bu farklılığa seleksiyon ile birlikte uygun bakım ve besleme gibi çevre şartlarının neden olduğu söylenebilir.

Gökhöyük Tarım İşletmesi’nde Ertuğrul (1985) tarafından yapılan araştırmada, Karayaka koyunlarında cidago yüksekliği 61,6 cm, vücut uzunluğu 64,9 cm, göğüs çevresi 86,2 cm, göğüs derinliği 29,4, göğüs genişliği 20,0 cm olarak belirlenmiştir. Bu araştırmada ise Karayaka koyunlarının vücut ölçüleri için yaşıya göre düzeltilmiş ortalama değerleri hesaplanmış ve cidago yüksekliği 58,43 cm, vücut uzunluğu 58,50 cm, göğüs çevresi 94,21 cm, göğüs derinliği 30,42 cm, göğüs genişliği 22,93 cm olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre, Ertuğrul (1985) tarafından verilen ölçülerden sadece cidago yüksekliği ve vücut uzunluğu değerleri bu araştırmada bulunan değerlerden daha büyük olup, göğüs çevresi, göğüs derinliği ve göğüs genişliği değerleri daha küçüktür. Diğer taraftan, bu araştırmada bir yaşındaki Karayaka koyunlarının vücut ölçülerine ilişkin verilen değerler, Olfaz ve ark. (2005) tarafından bir yaşındaki Karayaka koyunlarının besi öncesi vücut ölçülerine ilişkin verilen değerlerden daha yüksektir.

Bafra genotipi için elde edilen ortalama canlı ağırlık değerleri, Karayaka ırkı için elde edilen değerlerden önemli düzeyde yüksektir. Bafra genotipi için bulunan değerler, daha önce aynı genotip için Karaköy Tarım İşletmesi'nde Arıtürk ve ark. (1985), Arıtürk ve ark. (1987) ve Aydoğan ve Gül (1992) tarafından elde edilen değerlerden ve Sakız x Karayaka F_1 ve G_1 genotipleri için Aydoğan ve Gül (1992) tarafından elde edilen değerlerden daha yüksek; Ulaş Tarım işletmesi'nde Sakız x Akkaraman F_1 genotipi için Akçapınar ve ark. (2001) tarafından elde edilen değerlerden daha düşük, Sakız ırkı için Özcan ve Arıtürk (1960) tarafından bildirilen değerlere benzer olarak bulunmuştur. Bu da Gökhöyük Tarım işletmesinde Bafra genotipine, sistemli yetiştirme çalışmaları uygulanması ve şartların daha iyi olması (bölge iklimi, işletmedeki bakım ve besleme ve sürü idaresi) nedeniyle, sürüde önemli bir ilerleme sağlandığını göstermektedir (Atasoy ve ark., 2003).

Vücut ölçüleri bakımından Karayaka ve Bafra genotiplerinin karşılaştırılması sonucunda, Bafra genotipinin göğüs genişliği, baş uzunluğu ve baş genişliği dışındaki diğer bütün ölçüler (cidago yüksekliği, göğüs derinliği, vücut uzunluğu, göğüs çevresi, sırt uzunluğu) bakımından Karayaka'dan önemli düzeyde üstün olduğu görülmüştür. Atasoy ve ark. (2003)'na göre bu durum, Bafra genotipinin genetik yapısında, Sakız genotipinin bulunmasıyla açıklanabilir. Bafra genotipinde göğüs genişliğinin Karayaka'ya göre düşük olması yine Sakız genotipinin sütçülük özelliğinden ileri geldiğine bağlanabilir. Bafra genotipi için elde edilen vücut ölçüleri ile ilgili değerler Sakız ırkı için Özcan ve Arıtürk (1960) tarafından bildirilen değerlere benzerlik göstermektedir. Atasoy ve ark. (2003)'na göre bu benzerlik Bafra genotipinin Sakız ırkına vücut büyüklüğü bakımından yaklaştığının işareti olarak kabul edilebilir.

Bu araştırmada, Karayaka ve Bafra koyunları vücut ölçüleri açısından yaşa göre karşılaştırılmış ve Karayaka genotipine ilişkin canlı ağırlık ve incelenen tüm vücut ölçüleri üzerinde yaşın etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir. Bafra genotipinde ise canlı ağırlık, göğüs derinliği, göğüs genişliği, vücut uzunluğu, göğüs çevresi, sırt uzunluğu ve baş genişliği özellikleri üzerinde yaşın etkisi önemli bulunurken; yaşın, cidago yüksekliği ve baş uzunluğu üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Yaşın, Karayaka'nın tüm vücut ölçüleri üzerinde etkisi varken, Bafra

genotipinin cidago yüksekliği ve baş uzunluğu üzerinde etkisinin olmaması, Karayaka ırkının geç gelişen bir ırk olduğunu, Bafra genotipinin ise gelişimini daha erken tamamladığını göstermektedir.

Canlı ağırlık, hayvanların yaşam süreleri boyunca üzerinde önemle durulan bir özelliğidir. Tip belirleme, yemden yararlanma, gelişim seyrinin incelenmesi ve besi sonuçlarını değerlendirme çalışmalarında canlı ağırlık en önemli ölçüt olarak kullanılmaktadır. Bundan dolayı, canlı ağırlık tahminine yönelik yapılan çalışmalarda son yıllarda artış gözlenmektedir.

Bu ereve, canlı ağırlık tahmini yapmak için hayvanın vücut ölçülerini kullanmak pek çok açıdan avantaj sağlayacaktır. Zira, Karakaya (1998)'ya göre, canlı ağırlık saptamasında kullanılan tartı aletlerinin (baskül) her zaman ve her yerde kullanılması mümkün olmadığı için canlı ağırlığın dolaylı veya daha kolay yöntemlerle tahmini bir ihtiyaç olarak değerlendirilmekte ve besicilere ve satıcılara gerek besi devresi sırasında gerekse satış esnasında mümkün olduğu kadar az hata ile hayvanların canlı ağırlıklarını tahminine yarayacak yöntemlerin geliştirilmesi fayda sağlamaktadır.

Bu çalışmanın amaçlarından biri olan “Karayaka ve Bafra koyunlarının bazı vücut ölçülerini kullanarak canlı ağırlık tahminini yapmak” için çoklu doğrusal regresyon analizi uygulanmıştır. İstatistiksel yöntemlerin gelişimine paralel olarak canlı ağırlık tahmininde doğrusal ve doğrusal olmayan regresyon modelleri kullanılmaktadır. Yapılan araştırmalar (Johansson ve Hildeman, 1954; İslam ve ark., 1994; Öztürk ve ark.,1994; Riva ve ark., 2004) canlı ağırlık tahmininde, doğrusal olmayan regresyon modellerinin belirli bir büyüme döneminde, doğrusal regresyon modellerinin ise yaş aralıklarına göre oluşturulacak alt gruplarda daha iyi sonuç verdiğini göstermektedir.

İslam ve ark. (1994)'na göre, hayvanın canlı ağırlığı direkt olarak yaşın doğrusal bir fonksiyonu değildir. Bununla birlikte, yaş grupları için hayvanların canlı ağırlık tahmininde doğrusal regresyon modellerinin kullanılmasının faydalı sonuçlar doğuracağı belirtilmektedir. Riva ve ark. (2004) tarafından yapılan çalışmada, Bergamasca koyunlarının vücut ölçüleri tespit edilmiş ve canlı ağırlık tahmininde vücut ölçüleri değerkenlerini kullanarak çoklu doğrusal regresyon modelinin oluşturulabileceği belirtilmiştir.

Bu araştırmada, Karayaka ve Bafra koyunlarının vücut ölçüleri kullanılarak yapılan canlı ağırlık tahminine ilişkin çoklu doğrusal regresyon analizine göre, her iki genotipin canlı ağırlığı üzerinde baş uzunluğunun etkisi önemli değildir. Bafra genotipinin canlı ağırlığı üzerindeki etkisi önemli bulunmayan cıdago yüksekliği ve baş genişliği, Karayaka genotipinin canlı ağırlığı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Buna karşılık, Karayaka genotipinin canlı ağırlığı üzerindeki etkisi önemli bulunmayan göğüs derinliği ve vücut uzunluğu, Bafra genotipinin canlı ağırlığı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir.

Diğer taraftan, yapılan korelasyon analizi ve çoklu doğrusal regresyon analizine göre, göğüs çevresi; gerek Karayaka, gerekse Bafra genotipinin canlı ağırlığı üzerinde en önemli etkiye sahip özellik olmuştur. Bu sonuç, konuyla ilgili hayvancılık alanında yapılan ve aşağıda belirtilen çok sayıda çalışma ile paralellik göstermektedir. Koyunların yaşları regresyon modeline katıldığında, yaş; Karayaka genotipinin canlı ağırlığında etkisi en önemli bulunan özellik olurken, Bafra genotipinde göğüs çevresinden daha sonra gelmektedir. Diğer bir ifade ile göğüs çevresi, Bafra genotipinin canlı ağırlığı üzerinde yaştan daha belirleyici bulunmuştur.

Hayvancılık alanında yapılan araştırmalarda, vücut ölçüleri ile canlı ağırlıklar arasında anlamlı ilişkiler gözlenmiş olup en yüksek ilişkinin göğüs çevresiyle olduğu pek çok araştırma (Johansson ve Hildeman, 1954; Batu ve ark., 1966; Tilakaratne ve ark., 1974; Sorensen ve Foldager, 1991; İslam ve ark., 1994; Öztürk ve ark., 1994; Karakaya, 1998; Kul ve Şeker, 2000; Gürcan, 2000; Çankaya ve Kayaalp, 2007) tarafından ortaya konulmuştur. Bununla birlikte İslam ve ark. (1994), canlı ağırlık ile vücut ölçüleri (özellikle göğüs çevresi) arasındaki korelasyonların; türe, ırka, beslenme düzeyine, yaşa ve beden büyüklüğüne göre farklılık gösterebildiğini belirtmişlerdir. Dolayısıyla canlı ağırlık tahmini için elde edilen bir formül, diğer bir ırka uygulanamayabilir. Hatta genetik ve çevresel faktörlerden dolayı aynı ırktan sürüler arasında bile verimler yönünden farklılıklar görülebilir (Alpan ve Arpacık, 1996; Akçapınar, 2000a). Kesici (1979), iki farklı devlet üretme çiftliğinde seleksiyon işlemleri ayrı ayrı yürütülerek Merinos Akkaraman melezlerinden elde edilen Anadolu Merinosu tipindeki koyunları karşılaştırmış ve beden ölçüleri kullanılarak

yapılan karşılaştırmada, iki çiftlikte bulunan koyunların farklı olduğu sonucuna varılmıştır (Karakaya, 1998).

Öztürk ve ark. (1994) tarafından yapılan araştırmada, Konya Merinoslarında canlı ağırlıkla bazı vücut ölçüleri ilişkiler araştırılmıştır. Araştırmada, vücut ölçüleri arasındaki korelasyon katsayıları ile canlı ağırlık tahminine ilişkin çoklu doğrusal regresyon modeli belirlenmiş ve canlı ağırlık tahmininde, göğüs çevresi ölçüsünün en uygun ölçüt olacağı belirtilmiştir. Benzer şekilde, Alman Et Merinosu ve Karacabey Merinoslarının bazı vücut ölçüleri kullanılarak canlı ağırlık tahminine yönelik yapılan diğer bir çalışmada da (Gürcan, 2000), en yüksek korelasyon katsayısı canlı ağırlık ile göğüs çevresi değişkeni arasında hesaplanmıştır. Kul ve Şeker (2000)'in, İvesi erkek toklularda beden ağırlığı, canlı beden ve kemik ölçüleri ile bazı karkas ölçüleri ve özellikleri arasındaki ilişkileri tespit etmek amacıyla Fırat Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği'nde bulunan 25 baş İvesi erkek toklu üzerinde yaptıkları çalışmada değişkenler arasında anlamlı ilişkiler bulunmuş ve en yüksek ilişki beden ağırlığı ile göğüs çevresi arasında hesaplanmıştır.

Karakaya (1998), Holştayn buzağı ve danalarda beden ölçüleri kullanılarak yapılan canlı ağırlık tahmininde çoklu doğrusal regresyon analizi uygulamış ve cinsiyet grubu olarak gerek dişi gerekse erkeklerde canlı ağırlık tahmininde kullanılacak en iyi vücut ölçüsünün göğüs çevresi ve beden uzunluğu olduğunu belirtmiştir.

Çankaya ve Kayaalp (2007) tarafından yapılan çalışmada, Alman Alaca x Kıl melezinden alınan bazı vücut ölçüleri ile canlı ağırlıklar arasındaki ilişki incelenmiş ve göğüs derinliği ve göğüs çevresinin canlı ağırlıktaki değişimi en fazla açıklayan değişkenler olduğu belirtilmiştir. Çalışmada, sütten kesim döneminde ölçülen göğüs derinliği ve göğüs çevresinin, Alman Alaca x Kıl melezi keçilerinin canlı ağırlıklarını artırmak için erken seleksiyon kriteri olarak kullanılabileceği vurgulanmıştır.

Bu araştırmada, Karayaka ve Bafra (Sakız x Karayaka G₁) genotipleri, bazı vücut ölçüleri kullanılarak araştırmalarda sık olarak uygulanan aşamalı kümeleme yöntemlerinden Tek Bağlantı, Ortalama Bağlantı ve Tam Bağlantı Kümeleme

Yöntemleri, aşamalı olmayan kümeleme yöntemlerinden ise k-Ortalamlar, Medoid ve Bulanık Kümeleme Yöntemleri ile incelenmiştir.

Tatlıdil (1996), aşamalı kümeleme yöntemlerinden Merkezi, Ortanca ve En Küçük Varyans kümeleme yöntemlerinin yukarıda belirtilen üç yöntemin (Tek Bağlantı, Ortalama Bağlantı ve Tam Bağlantı Kümeleme Yöntemleri) benzeri olup uygulamada çok sık kullanılmadığını belirtmiştir.

Araştırmada, uzaklık ölçütü olarak hayvancılık alanında yapılan çalışmalarda (Tanabe ve ark., 1991; Bouloc ve Boichard, 1991; Çelik, 1998; Gürcan ve Akçapınar, 2002; Asher ve ark., 2005; Pinto ve ark., 2008) en sık kullanıma sahip olan Öklit uzaklığı kullanılmıştır.

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

Aşamalı kümeleme yöntemlerinden Tek Bağlantı Kümeleme Yöntemi ve Ortalama Bağlantı Kümeleme Yöntemi'ne ilişkin bulgular ve dendrogramlar incelendiğinde, Karayaka koyunlarının tamamına yakınının ve Bafra koyunlarının da çok büyük bir bölümünün tek kümede toplandığı görülmektedir. Tam Bağlantı Kümeleme Yönteminde ise vücut ölçülerine göre Karayaka koyunları 3 ve Bafra koyunları ise 7 kümede toplanmaktadır.

Karayaka ve Bafra koyunlarının vücut özelliklerine göre aşamalı olmayan kümeleme yöntemlerinden k-Ortalamlar Kümeleme Yöntemi ve Medoid Kümeleme Yöntemi ile kümelmesi sonucunda, Karayaka koyunlarında 3 küme ve Bafra koyunlarında ise 7 küme tespit edilmiştir. Bulanık Kümeleme Yöntemi (Fuzzy Clustering Method) ile yapılan kümeleme analizine göre ise Karayaka koyunları 2 kümeye ve Bafra koyunları ise 4 kümeye ayrılmaktadır. Her iki genotipin kendi içerisinde vücut

ölçülerine göre kümelere ayrılması, genetik faktörler dışında çevre faktörlerinin etkisiyle açıklanabilir.

Yukarıda belirtildiği gibi, Karayaka ve Bafra koyunlarının vücut özelliklerine göre yapılan kümeleme analizlerinde Tam Bağlantı Kümeleme Yöntemi, k-Ortalamlar Kümeleme Yöntemi ve Medoid Kümeleme Yöntemi ile belirlenen küme sayıları aynıdır. Küme sayısının $k=2, 3, 4, \dots$ biçiminde ardışık olarak bir artırılması ile her bir bireyin hangi kümeye ait olduğunu veren küme üyelik kodları kullanılarak yeni veri yapısına uygulanan ayırma analizi sonucunda, doğru sınıflandırılma oranı en yüksek kümeleme yöntemleri Tam Bağlantı Kümeleme Yöntemi ve k-Ortalamlar Kümeleme Yöntemi olmuştur.

Bu sonuçlar doğrultusunda, Karayaka ve Bafra koyunlarının vücut özelliklerine göre yapılan kümeleme analizlerinde en iyi sonucun, aşamalı kümeleme yöntemlerinden Tam Bağlantı Kümeleme Yöntemi ve aşamalı olmayan kümeleme yöntemlerinden ise k-Ortalamlar Kümeleme Yöntemi ile alındığı ileri sürülebilir.

Tatlıldil (1996), Tek Bağlantı Kümeleme Yöntemi sağlıklı sonuçlar vermesi açısından tercih edilse bile, işlemlerin uzun sürmesi açısından daha kullanışsız olduğunu belirtmiştir. Tam Bağlantı Kümeleme Yöntemi ise özellikle aynı küme içerisindeki bireylerin uzaklıklarının belli bir değerden küçük olması durumunda tüm kümelerin sağlıklı bir şekilde oluşturulmasını garanti etmemektedir. Son yıllarda sıkça kullanılan Ortalama Bağlantı Kümeleme Yöntemi, bu iki uç yöntem arasında daha sağlıklı sonuçlar vermesi nedeniyle bir alternatif olarak önerilmektedir (Tatlıldil, 1996).

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

çözümlemesinde tek bağlantı ve ortanca bağlantı kümeleme analizi yöntemleri arasında zayıf bir benzerlik ilişkisi bulunmuştur. Tam bağlantı kümeleme analizi 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.

Doğan (2002) tarafından yapılan araştırmada, 927 Arap tayı cidago yüksekliği, göğüs çevresi, incik çevresi gibi vücut ölçülerine göre aşamalı olmayan kümeleme yöntemlerinden k-ortalamalar kümeleme yöntemi ile incelenmiştir. Araştırmada, Öklit uzaklığının genelleştirilmiş şekli olan Mahalanobis uzaklığı kullanılmış ve kümeleme yöntemi olarak k-ortalamalar kümeleme yönteminin en iyi sonucu verdiği belirtilmiştir.

Uygulanan tüm aşamalı ve aşamalı olmayan kümeleme yöntemlerine göre Bafra koyunlarının Karayaka koyunlarına göre vücut özellikleri bakımından daha heterojen bir yapıda olduğu görülmektedir. Karayaka genotipinin saf bir ırk, Bafra genotipinin ise Sakız x Karayaka melezlemesi ile elde edilen (Sakız x Karayaka G_1) melez bir koyun tipi olmasından dolayı, Karayaka genotipinin vücut özellikleri bakımından daha homejen olması beklenen bir sonuçtur.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

İstatistik biliminin önemli bir konusu olan çok değişkenli analizler, çok sayıda değişkenin söz konusu olduğu ve tek değişkenli istatistiksel analiz tekniklerinden yeterli sonuç alınamadığı araştırmalarda kullanılmaktadır. Bilimsel araştırmalarda çok değişkenli istatistiksel yöntemler uygulanarak; olayların daha basit bir hale getirilmesi, boyut indirgenmesi, incelenen birimlerin sınıflandırılması ve değişkenler arasındaki bağımlılık yapısının yok edilmesi amaçlanmaktadır.

Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğüne bağlı Gökhöyük Tarım İşletmesi'nde yetiştirilen değişik yaşlardaki Karayaka ve Bafra (Sakız x Karayaka G₁) koyunlarının, canlı ağırlık ve bazı vücut ölçüleri kullanılarak çok değişkenli istatistiksel yöntemler ile incelendiği bu araştırmada aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

- Araştırmada, 5 yaş ve üzerindeki Karayaka ve Bafra koyunlarının göğüs genişliği arasındaki fark önemli bulunmazken her bir yaşa ilişkin canlı ağırlık ve incelenen diğer tüm vücut ölçüleri arasındaki fark genotipe göre önemli bulunmuştur. Her bir yaş grubu için Bafra genotipinin canlı ağırlık, cidago yüksekliği, göğüs derinliği, vücut uzunluğu, göğüs çevresi ve sırt uzunluğu özelliklerine ilişkin ortalamaları, Karayaka genotipinden daha yüksektir. Buna karşılık, göğüs genişliği, baş uzunluğu ve baş genişliği bakımından ise Karayaka genotipine ilişkin ortalamalar Bafra genotipinden daha yüksektir.

- Karayaka genotipine ilişkin canlı ağırlık ve incelenen tüm vücut ölçüleri üzerinde yaşın etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir. Bafra genotipinde ise canlı ağırlık, göğüs derinliği, göğüs genişliği, vücut uzunluğu, göğüs çevresi, sırt uzunluğu ve baş genişliği özellikleri üzerinde yaşın etkisi önemli bulunurken; yaşın, cidago yüksekliği ve baş uzunluğu üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

- Karayaka ve Bafra koyunlarının vücut ölçüleri ve canlı ağırlık arasındaki korelasyon katsayıları her iki genotip için önemli bulunmuştur ($p < 0,001$).

- Karayaka genotipinin gerek sadece vücut ölçüleri gerekse yaş ile birlikte vücut ölçüleri kullanılarak yapılan canlı ağırlık tahminine ilişkin çoklu doğrusal regresyon modeli üzerinde göğüs derinliği, vücut uzunluğu ve baş uzunluğu değişkenlerinin etkisinin önemli olmadığı saptanmıştır. Bafra genotipinde ise cidago yüksekliği, baş uzunluğu ve baş genişliğinin canlı ağırlık tahminindeki etkisinin önemli olmadığı görülmüştür.

- Yaş regresyon modeline katılmadığında Karayaka genotipinin canlı ağırlığı üzerinde en önemli etkiye sahip özellikler sırası ile göğüs çevresi, cidago yüksekliği ve göğüs genişliği olurken Bafra genotipinde ise göğüs çevresi etkisi en önemli bulunan özelliştir. Koyunların yaşları regresyon modeline katıldığında, yaş; Karayaka genotipinin canlı ağırlığında etkisi en önemli bulunan özellik olurken, Bafra genotipinde göğüs çevresinden daha sonra gelmektedir. Bu durum, Karayaka ve Bafra genotiplerinin canlı ağırlıkları ile yaş ve diğer vücut ölçüleri arasındaki korelasyon katsayılarının büyüklüğünden de anlaşılmaktadır.

- Araştırmada her iki genotip için uygulanan aşamalı kümeleme yöntemlerinden Tek Bağlantı Kümeleme Yöntemi, Ortalama Bağlantı Kümeleme Yöntemi ve Tam Bağlantı Kümeleme Yöntemi ile kümeleme sonuçları karşılaştırıldığında, aynı küme sayısında uzaklık düzeylerinin en düşük ve benzerlik düzeylerinin en yüksek olduğu yöntem Tek Bağlantı Kümeleme Yöntemi olurken, Tam Bağlantı Kümeleme Yöntemi ise en yüksek uzaklık düzeyi ve en düşük benzerlik düzeyine sahip yöntemdir.

- 15 uzaklık düzeyinde; Tek Bağlantı Kümeleme Yönteminde Karayaka ve Bafra koyunlarının 1 kümede, Ortalama Bağlantı Kümeleme Yönteminde Karayaka koyunlarının 1 ve Bafra koyunlarının 5 kümede ve Tam Bağlantı Kümeleme Yönteminde ise Karayaka koyunlarının 6 ve Bafra koyunlarının 16 kümede toplandığı görülmüştür. Bununla birlikte benzerlik düzeyi %50 iken; Tek Bağlantı Kümeleme Yönteminde Karayaka ve Bafra koyunları için 1 küme, Ortalama Bağlantı Kümeleme Yönteminde Karayaka koyunları için 2 küme Bafra koyunları için 5 küme ve Tam Bağlantı Kümeleme Yönteminde ise Karayaka koyunları için 3 küme Bafra koyunları için 7 küme elde edilmiştir.

- Aşamalı kümeleme yöntemlerinden Tek Bağlantı Kümeleme Yöntemi ve Ortalama Bağlantı Kümeleme Yöntemi'ne ilişkin bulgular ve dendrogramlar incelendiğinde, Karayaka koyunlarının tamamına yakınının ve Bafra koyunlarının da çok büyük bir bölümünün tek kümede toplandığı görülmektedir. Tam Bağlantı Kümeleme Yönteminde ise vücut ölçülerine göre Karayaka koyunları 3 ve Bafra koyunları ise 7 kümede toplanmaktadır.

- Karayaka ve Bafra koyunlarının vücut özelliklerine göre aşamalı olmayan kümeleme yöntemlerinden k-Ortalamlar Kümeleme Yöntemi ile kümelenmesi sonucunda, Karayaka koyunlarında küme sayısı 3 ve Bafra koyunlarında ise küme sayısı 7 iken en yüksek önemliliğe sahip Wilk's Lamda değeri elde edilmiştir. Uygulanan Ayırma Analizi sonucunda Karayaka koyunlarında 3 küme için %94,2 ve Bafra koyunlarında ise %95,7 oranında doğru sınıflandırılma yapılmıştır.

- Karayaka ve Bafra koyunlarının vücut özelliklerine göre Medoid Kümeleme Yöntemi ile kümelenmesi sonucu, Karayaka koyunlarında küme sayısı 3 ve Bafra koyunlarında ise küme sayısı 7 iken ortalama gölge istatistiği (SC) maksimum olmuş ve uygun kümeleme yapısı belirlenmiştir. Uygulanan Ayırma Analizi sonucunda Karayaka koyunlarında 3 küme için %82,7 ve Bafra koyunlarında ise 7 küme için %81,2 oranında doğru sınıflandırılma yapılmıştır.

- Bulanık Kümeleme Yöntemi ile yapılan kümeleme analizine göre, Karayaka koyunları vücut özellikleri bakımından %75,4'lük doğru sınıflandırılma oranı ile 2 kümeye ve Bafra koyunları ise %77,1'lik doğru sınıflandırılma oranı ile 4 kümeye ayrıldığında bulanıklık düzeyi minimum olmaktadır. Bununla birlikte, Karayaka koyunlarında 1. kümenin 2. kümeden daha kararlı bir yapıda olduğu Bafra koyunlarında ise en kararlı kümenin 4. küme olduğu görülmüştür.

- Karayaka ve Bafra koyunlarının vücut özelliklerine göre yapılan kümeleme analizlerinde Tam Bağlantı Kümeleme Yöntemi ve k-Ortalamlar Kümeleme Yöntemi ve Medoid Kümeleme Yöntemi ile belirlenen küme sayıları aynıdır.

- Küme sayısının $k=2, 3, 4, \dots$ biçiminde ardışık olarak bir artırılması ile her bir bireyin hangi kümeye ait olduğunu veren küme üyelik kodları kullanılarak yeni

veri yapısına uygulanan Ayırma Analizi sonucunda doğru sınıflandırılma oranı en yüksek kümeleme yöntemleri, Tam Bağlantı Kümeleme Yöntemi ve k-Ortalamlar Kümeleme Yöntemi olmuştur.

- Karayaka koyunlarında Tam Bağlantı Kümeleme Yöntemi ve k-Ortalamlar Kümeleme Yönteminde elde edilen 3 kümede kümelerin eleman sayıları arasında farklılıklar gözlemlense de bu yöntemlerde bireylerin %60,1'i aynı veya ortak kümelerde yer almıştır. Her iki yöntemde de kümeler arasındaki farklılıklar değişkenlere göre değişse de Karayaka koyunlarında genel olarak vücut özellikleri bakımından 2. küme en düşük 3. küme en yüksek değerlere sahiptir. Bafra koyunlarında Tam Bağlantı Kümeleme Yöntemi ve k-Ortalamlar Kümeleme Yönteminde elde edilen 7 kümede bireylerin %47,8'i aynı kümelerde yer almıştır. Tam Bağlantı Kümeleme Yöntemi ve k-Ortalamlar Kümeleme Yöntemi ile kümelemede Karayaka koyunları için baş uzunluğu ve baş genişliği değişkenleri etkili olmazken Bafra koyunları için sadece Tam Bağlantı Kümeleme Yöntemi ile kümelemede baş genişliği değişkeni etkili bulunmamıştır. Bafra koyunlarının vücut ölçülerine göre k-Ortalamlar Kümeleme Yöntemi ile kümelendiğinde ise tüm değişkenler etkili rol oynamaktadır.

- Uygulanan tüm aşamalı ve aşamalı olmayan kümeleme yöntemlerine göre Bafra koyunlarının Karayaka koyunlarına göre vücut özellikleri bakımından daha heterojen bir yapıda olduğu görülmektedir. Diğer bir anlatımla, Karayaka koyunları Bafra koyunlarından vücut özellikleri bakımından daha homojendir.

Araştırmanın amacı doğrultusunda yukarıda belirtilen sonuçlar, çok değişkenli analizlerin diğer disiplinlerde olduğu gibi hayvancılık alanında yapılacak bilimsel araştırmalarda da kullanılmasının önemini ortaya koymaktadır.

Belirli bir ırk veya belirli bir yerdeki hayvanlar üzerinde yapılan araştırmalarda canlı ağırlığın tahminine yönelik regresyon analizi ile oluşturulan modellerin, diğer bir ırk veya diğer bir bölge için uygulanması çoğu zaman mümkün olmamaktadır. Gökhöyük Tarım İşletmesi gibi, tek bir örnek işletmede yetiştirilen hayvanlar gerek genetik yapı gerekse çevresel faktörler bakımından, farklı farklı işletmelerde yer alan hayvanlara göre daha homojendir. Bu nedenle, böyle örnek işletmelerde vücut ölçüleri kullanılarak canlı ağırlıklarının güvenilir düzeyde tahmin edilmesi için en

uygun regresyon modeli oluşturulması, vücut ölçülerine ilişkin değişkenlerin canlı ağırlık üzerinde hangi düzeyde etkili olduğunun belirlenmesi bakımından önemli olacaktır. Bununla birlikte, beden ölçüleri kullanılarak canlı ağırlık tahmini ile ilgili farklı ırk ve bölgeler için yapılacak araştırmalarda elde edilecek sonuçların, bu ve diğer araştırmalardan elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılması, gerek genotipler arasındaki farklılıkları gerekse bölgesel farklılıkların ortaya konulması bakımından faydalı olabilecektir.

Diğer taraftan araştırmada Karayaka ve Bafra koyunlarının 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. Özellikle, Türkiye’de hayvancılık alanında yapılan araştırmalarda hemen hemen hiç uygulanmamış olan Bulanık Kümeleme Yöntemi (Fuzzy Clustering Method) ile, klasik kümeleme yöntemlerinden farklı olarak (ki klasik kümeleme yöntemleri bireyleri kesin olarak bir kümeye atar) bireylerin küme üyeliklerindeki kararsızlık (bulanıklık) ortaya konulduğu ve küme üyelik oranları belirlenebildiği için konuyla ilgili bundan sonra yapılacak araştırmalarda hem birey hem de populasyonun durumu hakkında daha ayrıntılı bilgiler elde edilebilecektir.

Ayrıca, gerek Karayaka ve Bafra koyunları 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 genotipin daha homojen veya heterojen bir yapıya sahip olduğu saptanabilecek ve her bir genotipe ait alt grupların (kümelerin) morfolojik yapısı belirlenebilecektir.

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

ÖZET

Canlı Ağırlık ve Bazı Vücut Ölçüleri Kullanılarak Karayaka ve Bafra (Sakız x Karayaka G₁) Koyunlarının Çok Değişkenli İstatistiksel Yöntemler İle İncelenmesi

Bu araştırmada, Karayaka ve Bafra (Sakız x Karayaka G₁) koyunlarının canlı ağırlık ve bazı vücut ölçüleri kullanılarak çok değişkenli istatistiksel yöntemler ile incelenmesi amaçlanmıştır. Bu çerçevede, Karayaka ve Bafra koyunlarının bazı vücut ölçüleri kullanılarak çoklu doğrusal regresyon analizi ile canlı ağırlık tahmini yapılmıştır. Bununla birlikte, Karayaka ve Bafra koyunları aşamalı ve aşamalı olmayan kümeleme yöntemleri ile vücut ölçülerine göre kümelendirilmiştir.

Araştırmada, Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü'ne bağlı Gökhöyük Tarım İşletmesi'nde yetiştirilen değişik yaşlardaki 223 Karayaka ve 462 Bafra (Sakız x Karayaka G₁) koyununa ait canlı ağırlık ve bazı vücut ölçülerine ait veriler kullanılmıştır.

Bafra genotipinde her yaş için elde edilen ortalama canlı ağırlık değerleri, Karayaka ırkından önemli düzeyde yüksek bulunmuştur. Yaşa göre düzeltilmiş canlı ağırlık ortalaması Bafra koyunları için 61,28±0,31 kg, Karayaka koyunları için ise 51,05±0,39 kg olarak hesaplanmıştır. Diğer taraftan, Karayaka ırkına ilişkin canlı ağırlık ve incelenen tüm vücut ölçüleri üzerine yaştan etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir. Bafra genotipinde ise yaştan, cıdago yüksekliği ve baş uzunluğu üzerine önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

Vücut ölçüleri kullanılarak yapılan canlı ağırlık tahminine ilişkin çoklu doğrusal regresyon analizine göre; baş uzunluğu, cıdago yüksekliği ve baş genişliği değişkenlerinin Bafra koyunları; baş uzunluğu, göğüs derinliği ve vücut uzunluğu değişkenlerinin ise Karayaka koyunlarının canlı ağırlığı üzerine önemli bir etkiye sahip olmadığı gözlemlenmiştir. Göğüs çevresi ölçülerinin Karayaka ve Bafra genotiplerinin canlı ağırlığı üzerine en yüksek düzeyde etkiye sahip vücut özelliği olduğu tespit edilmiştir.

Vücut ölçülerine göre yapılan kümeleme analizine yönelik olarak aşamalı kümeleme yöntemlerinden Tek Bağlantı Kümeleme Yöntemi ve Ortalama Bağlantı Kümeleme Yöntemi'ne ilişkin bulgular ve dendrogramlar incelendiğinde, Karayaka koyunlarının tamamına yakınının ve Bafra koyunlarının da çok büyük bir bölümünün tek kümede toplandığı görülmüştür. Tam Bağlantı Kümeleme Yöntemi ve aşamalı olmayan kümeleme yöntemlerinden k-Ortalamalar Kümeleme Yöntemi ve Medoid Kümeleme Yöntemine göre Karayaka koyunları 3 ve Bafra koyunları ise 7 kümede toplanmaktadır. Bulanık Kümeleme Yöntemi ile yapılan kümeleme analizine göre ise Karayaka koyunları 2 kümeye ve Bafra koyunları ise 4 kümeye ayrılmaktadır.

Uygulanan kümeleme yöntemlerine ilişkin sonuçlar, Bafra koyunlarının Karayaka koyunlarına göre vücut özellikleri bakımından daha heterojen bir yapıda olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte, bireylerin küme üyeliklerindeki kararsızlığının belirlenmesi bakımından Bulanık Kümeleme Yönteminin hayvancılık alanında yapılan araştırmalarda kullanılması, popülasyonun durumu hakkında daha ayrıntılı bilgilere ulaşılabileceğini ortaya koymuştur.

Anahtar Sözcükler: Çok Değişkenli Analiz, Kümeleme Analizi, Koyun, Canlı Ağırlık, Vücut Ölçüleri

SUMMARY

Investigation of Karayaka and Bafra (Chios x Karayaka B₁) Sheep with Multivariate Statistical Methods Using the Live Weight and Some Body Measurements

This research aims to investigate of Karayaka and Bafra (Chios x Karayaka B₁) sheep with Multivariate Statistical Methods by using the live weight and some body measurements. In this context, live weight estimation is obtained with the multiple linear regression by using some body measurements of Karayaka and Bafra sheep. Furthermore, Karayaka and Bafra sheep are classified by hierarchical and non-hierarchical clustering methods according to their body measurements.

In this research, live weights and some body measurements of 223 Karayaka and 462 Bafra sheep in various age which are breed in Gökhöyük Agricultural Enterprises that belongs to General Directorate of Agricultural Enterprises are used.

On Bafra genotype, average live weight values which obtained for each age are significantly higher than Karayaka genotype. Live weight means corrected according to age are calculated $61,28 \pm 0,31$ kg for Bafra sheep and $51,05 \pm 0,39$ kg for Karayaka sheep. On the other hand, age had significant effects on live weight and all examined body measurements related to Karayaka genotype. However, It is determined that age hadn't significant effects on wither height and head length related to Bafra genotype.

According to Multiple Linear Regression related to live weight estimation obtained by using body measurements; head length, wither height and head width variables hadn't significant effects on live weight of Bafra sheep. On the other hand, head length, chest depth and body length variables hadn't significant effects on live weight of Karayaka sheep. It is determined that chest girth measurements are the highest-level effective body characteristic on live weight of Karayaka and Bafra genotypes.

When findings and dendrograms related to Single Linkage and Avarage Linkage Clustering Methods from Hierarchical Clustering Methods are examined, It was seen that close to complete of Karayaka sheep and a major part of Bafra sheep are gathered in one cluster. In Complete Linkage Clustering Method and from Non-Hierarchical Clustering Methods according to K-Means and Medoid Clustering Methods Karayaka sheep are gathered in 3 clusters and Bafra sheep are gathered in 7 clusters. However, Karayaka sheep are parted into 2 clusters and Bafra sheep are parted into 4 clusters according to Fuzzy Clustering Method.

The results belongs to clustering analyses that applied showed that Bafra sheep are more heterogeneous according to body characteristics than Karayaka sheep. Furthermore, using the fuzzy clustering method on the livestock researches to determine the instable can be arise in cluster membership of individuals indicated that more information can be reach about state of population.

Key Words: Multivariate Analysis, Cluster Analysis, Sheep, Live Weight, Body Measurements

KAYNAKLAR

- AKÇAPINAR, H. (1983) Alman Et Merinosu ve Karacabey Merinoslarının canlı ağırlık, beden yapısı ve yapağı verimi yönünden karşılaştırılması. *Ankara Üniv. Vet. Fak.Derg.*, **30**(1): 201-215.
- AKÇAPINAR, H. (2000a). Koyun Yetiştiriciliği. Yenilenmiş 2. Baskı. Ankara: İsmat Matbaacılık.
- AKÇAPINAR, H. (2000b). Çevre Faktörlerinin Eliminasyonu. Ankara: Ders Notları.
- AKÇAPINAR, H., ÖZBEYAZ, C. (1999). Hayvan Yetiştiriciliği Temel Bilgileri. 1. Baskı. Ankara: Kariyer Matbaacılık Ltd. Şti.
- AKÇAPINAR, H., ÖZBEYAZ, C., ÜNAL, N., AVCI, M. (2000). Kuzu eti üretiminde uygun ana ve baba hatlarının geliştirilmesinde Akkaraman, Sakız ve Kıvrıcık Koyun Irklarından yararlanma imkanları I. Akkaraman Koyunlarında döl verimi, Akkaraman, Sakız x Akkaraman F₁ ve Kıvrıcık x Akkaraman F₁ Kuzularda yaşama gücü ve büyüme. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.*, **24**(1): 71-79.
- AKÇAPINAR, H., ÜNAL, N., ÖZBEYAZ, C. (2001). Kuzu eti üretiminde uygun ana ve baba hatlarının geliştirilmesinde Akkaraman, Sakız ve Kıvrıcık Koyun Irklarından yararlanma imkanları II. Kuzularda bazı vücut ölçüleri ve toklularda bazı verim özellikleri. *Lalahan Hay. Araşt. Enst. Derg.*, **41**(1): 25-34.
- AKÇAPINAR, H., ÇETİN, A., MUNDAN, D., ATASOY, F., ERDOĞAN, M., ÜNAL, N., (2002). Gökhöyük tarım işletmesinde yetiştirilen Karayaka ve Bafra (Sakız x Karayaka Gı) koyunlarının çeşitli verim özelliklerinin araştırılması. Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Müdürlüğü. Proje Tarihi:07/05/1999-07/05/2002.
- AKKAYA, Ş. (1989). Ekonometri I. İzmir: Anadolu Matbaası.
- ALBAYRAK, A. S. (2006). Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri. Ankara: Asil Yayın Dağıtım Ltd. Şti.
- ALPAN, O., ARPACIK, R. (1996). Sığır Yetiştiriciliği. Ankara: Şahin Matbaası.
- ALPAR, R. (2003). Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistiksel Yöntemlere Giriş-I. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım Ltd. Şti.
- ANDERBERG, M. R. (1973). Cluster Analysis for Applications. New York: Academic Press.
- ARITÜRK, E. (1961). Karaköy Harası Karayaka koyunlarında doğum ağırlığı ve canlı ağırlık artışı. *Ankara Üniv. Vet. Fak.Derg.*, **8**(1): 17-33.
- ARITÜRK, E., AKÇAPINAR, H., AYDOĞAN, M. (1985). Karayaka koyun ırkının saf yetiştirme ve melezleme ile ıslahı. *Doğa Bilim Dergisi*, **9**(1): 21-26.
- ARITÜRK, E., AKÇAPINAR, H., AYDOĞAN, M., BAYRAK, S. (1987). Karayaka koyun ırkının melezleme ile ıslahı. *Doğa TU Vet. ve Hay. Dergisi*, **11**(1): 1-6.
- ARITÜRK, E., UTKANLAR, N., İMERYÜZ, F., MÜFTÜOĞLU, Ş., ÖZNACAR K. (1963). Karaköy Harasında yetiştirilen üç yaşlı Karayaka Koyunlarında beden ölçüleri, canlı ağırlık, yapağı verim ve özellikleri. *Lalahan Hay. Araşt. Enst. Derg.*, **3**(1): 9-27.

- ASHER, G. W., ARCHER, J. A., SCOTT, I. C., O'NEILL, K. T., WARD, J. LITTLEJOHN, R. P. (2005). Reproductive performance of pupertal red deer hinds: Effects of genetic introgression of wapiti subspecies on pregnancy rates at 18 months of age. *Animal Reproduction Science*, **90**: 287-306.
- ATASOY, F., ÜNAL, N., AKÇAPINAR, H., MUNDAN, D. (2003). Karayaka ve Bafra (Sakız x Karayaka G₁) Koyunlarında bazı verim özellikleri. *Türk. J. Vet. Anim. Sci.*, **27**: 259-264.
- AYDOĞAN, M. (1985). Karayaka, Ile de France x Karayaka (F₁) ve Sakız x Karayaka kuzularının büyüme, besi performansı ve karkas özelliklerinin karşılaştırılması. *Ankara Üniv. Vet. Fak.Derg.*, **32**(1): 111-130.
- AYDOĞAN, M., GÜL, İ. (1992). Sakız ve Karayaka ırkları arasındaki melezlemelerle yeni bir koyun tipinin geliştirilme imkanları. *Doğa-Tr. J. Vet. Anim. Sci.*, **16**: 393-402.
- BALASKO, B., ABONJI, J., FEIL, B. (2004). Fuzzy Clustering and Data Analysis Toolbox. Erişim: www.fmt.vein.hu/softcomp/fclusttoolbox/fuzzyclusteringtoolbox.pdf. Erişim Tarihi: 11.12.2007.
- BALDEMİR, E. (1995). Ridge Regresyon Yöntemi ile parametre tahmini ve bir uygulaması. Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- BATU, S., (1962). Koyuncululuğun Esasları. Ankara: Rüzgarlı Matbaası.
- BATU, S., ARITÜRK, E., ÖRKİZ, M. (1966). Karacabey Harası Türk Merinos Koyunlarında yapağı verimi, önemli beden ölçüleri ve döl verimi üzerine incelemeler. *Ankara Üniv. Vet. Fak.Derg.*, **13**(3-4): 229-238.
- BATU, S., ARITÜRK, E., ÖZCAN, H., ERTUĞRUL, N. (1963) Bandırma Merinos Yetiştirme Çiftliği Koyunlarında son yıllarda görülen verim azalmaları üzerinde araştırmalar. *Ankara Üniv. Vet. Fak.Derg.*, **10**(3-4): 238-253.
- BEAUDEAU, F., PLOEG, J.D., BOILEAU, B., SEEGER, H., NOORDHUIZEN, J.P.T.M. (1996). Relationships between culling criteria in diary herds and farmers management styles. *Preventive veterinary medicine.*, **25**: 327-342.
- BELLMAN, R. E., KALABA, R., ZADEH, L. A. (1966). Abstraction and pattern classification. *J. Math. Anal. Appl.*, **13**: 1-7.
- BEZDEK, J. C. (1980). Cluster validity with fuzzy sets. *J. Cybernetics*, **3**: 58-73
- BEZDEK, J. C., DUNN, J. C. (1975). Mathematical models for systematics and taxonomy. In Proc. 8th Int. Conf. On Numerical Taxonomy, Freeman San Fransisco, 143-166.
- BEZDEK, J. C., PAL, S. K. (1992). Fuzzy Models For Pattern Recognition: Methots That Search For Structures in Data. New York: IEEE Press.
- BİLGEMRE, K. (1943). Karayaka Koyunları. Ankara.
- BOCH, B. W., HUANG, C. J. (1974). Multivariate Statistical Methods for Business and Economics. New York: Prentice Hall Inc.
- BOULOC, N., BOICHARD, D. (1991). Classification of lactation curves in goat. *Journal of Dairy Science.*, **74**: supplement 1, 230-237.

- BOWERMAN, B.L., O'CONNELL, R.T. (1990). Linear Statistical Models: An Applied Approach. Boston: Kent Publishing Company.
- CAPOTE, J., DELGADO, J. V., FRESNO, M., COMACHO, M. E., MOLINA, A. (1998). Morphological variability in the Canary goat population. *Small Ruminant Research*, **27**(2): 167-172.
- CHATFIELD, C., COLLINS, A. J. (1980). Introduction to Multivariate Analysis. London: Chapman and Hall.
- ÇANKAYA, S., KAYAALP, G. T. (2007). Alman Alaca x Kıl melezinden alınan bazı vücut ölçüleri ile canlı ağırlıklar arasındaki ilişkinin kanonik korelasyon analizi ile tahmini. *Hayvansal Üretim Dergisi*, **48**(2): 27-32.
- ÇELİK, B., (1998). Ankara Keçisinin tiftik özellikleri yönünden çok değişkenli analiz yöntemiyle incelenmesi. Doktora Tezi, Ankara Üniv. Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- ÇETİNEL, B. (1982). Çok değişkenli verilerin kümelendirilmesi için istatistiksel bir yöntem. Doktora Tezi, Hacettepe Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- DİNÇER, B., ÖZASLAN, M., SATILMIŞ, E. (1996). İllerin sosyo-ekonomik gelişmişlik sıralaması araştırması. Ankara: DPT Bölgesel Gelişme ve Yapısal Uyum Genel Müdürlüğü.
- DİNÇER, K. S. (1992). Kümeleme çözümlemesinde uygun kümeleme ölçütlerinin karşılaştırılması. Doktora Tezi, Anadolu Üniv. Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- DOĞAN, İ. (2002). Kümeleme analizi ile seleksiyon. *Türk. J. Vet. Anim. Sci.*, **26**: 47-53.
- DOHOO, I.R, DUCROT, C., FOURICHON, C., DONALD, A., HURNIK, D. (1997). An overview of techniques for dealing with large numbers of independent variables in epidemiologic studies. *Preventive Veterinary Medicine, Elsevier Science*, **29**: 221-239.
- DURAN, B. S., ODELL, P. L. (1974). Cluster Analysis A Survey. Berlin: Springer-Verlag.
- ERDOĞAN, M., ÖZBEYAZ, C. (2004). Investigation of blood protein polymorphism and estimation of genetic distances in some dog breeds in Turkey. *Türk. J. Vet. Anim.Sci.*, **28**:583-590.
- ERTEK, T. (1996). Ekonometriye Giriş. İstanbul: Beta A. Ş.
- ERTUĞRUL, M.(1985). Karayaka Koyunlarının tanımlayıcı ırk özellikleri, gelişmeye ait fenotipik ve genetik parametreler. Doktora Tezi, Ankara Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- EVERITT, B. (1974). Cluster Analysis. London: Heinemann Educational Books Ltd.
- EVERITT, B. (1979). Unresolved problems in cluster analysis. *Biometrics*, **35**: 169-181.
- FESTING, M.F.W., BENDER, K. (1984). Genetic relationships between inbred strains of rats. An analysis based on genetic markers at 28 biochemical loci. (CD-ROM). Silver platter information.
- FRANCI, O., PUGLIESE, C. BOZZI, R., ACCIAIOLI, A., PARISI, G. (2001). The use of multivariate analysis for evaluating relationships among fat depots in heavy pigs of different genotypes. *Meat Science*, **58**(3): 259-266.

- GARETY, P. A., EVERITT, B. S., HEMSLEY, D. R. (1988). The characteristics of delusions: A cluster analysis of deluded subjects. *Evr. Arch. Psychiatry Neurol Sci.*, **237**: 112-114.
- GATTY, R. (1966). Multivariate analysis for marketing research. *An Evaluation Applied Statistics*, **15**(3):157-172.
- GINTOVT, V.E., MASHUROW, A.M., BERENDYAEVA, Z.I., GORBACHEVA, N.S., ZIMKNIKOVA, T.A. (1986). Genetic similarities and differences among fowl breeds evaluated on the basis of marker traits. (CD-ROM) Silver platter information.
- GUJARATI, D. N. (1999). Temel Ekonometri. Çev.: Ümit Şenesen, Gülay Günlük Şenesen. İstanbul: Literatür Yayınları.
- GÜLER, N. (2006). Bulanık modelleme analizi ve bulanık modellemeye uygulamaları. Y.Lisans Tezi, Muğla Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- GÜNEY, O., ÖZCAN, L., PEKEL, E., BİÇER, O., TORUN, O. (1990). Çağdaş düzeydeki Sakız x İvesi F1 ve Saf İvesi Koyunların Çukurova koşullarındaki performansları. *Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, **5**(1): 91-100.
- GÜRCAN, S. (2000). Merinos Koyunlarında beden ölçüleri kullanılarak istatistiki metodlarla canlı ağırlık tahmini. Doktora Tezi, Ankara Üniv. Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- GÜRCAN, S., AKÇAPINAR, H. (2002). Alman Et ve Karacabey Merinosu Koyunlarının canlı ağırlık, vücut ölçüleri ve yapağı inceliği yönünden kümeleme analizi ile incelenmesi. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.*, **26**: 1255-1261.
- GÜRCAN, S., AKÇAPINAR, H. (2006). Merinos Koyunlarında beden ölçüleri kullanılarak istatistiki metodlarla canlı ağırlık tahmini. *Lalahan Hay. Araşt.Enst.Derg.*, **46**(1): 7-17.
- HAIR, J. F., ANDERSON, R. E., TATHAM, R. L., BLACK, W. C. (1998). Multivariate Data Analysis. New Jersey: Prentice Hall.
- HAMARAT, B. (1998). Türkiye’de sağlık açısından homojen il gruplarının belirlenmesine ilişkin istatistiksel bir yaklaşım. Y.Lisans Tezi, Anadolu Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- HART, B.L., HART, L.A., (1985). Selecting pet dogs on the basis of cluster analysis of breed behaviors profiles and gender. (CD-ROM) Silver platter information.
- HARTIGAN, J. A. (1975). Clustering Algorithms. New York: John Wiley and Sons, Inc.
- HAWKINS, D. M., MULLER, M. W., KROODEN, A. T. (1982). Topics in Applied. Multivariate Analysis. London: Cambridge University Press.
- İSLAM, M. M., AHMED, N., GİASUDDİN, M., KHAN, E. H. SARKER, N. R. (1994). Prediction of live weight of cattle by fitted regression lines. *Bang. Jour. Anim. Sci.*, **23**(2): 127-132.
- JAIN, A., DUBES, R. (1998). Algorithms for Clustering Data. NU: Prentice-Hall, Englewood, Cliffs.
- JAMBU, M., LEBEAUX, M. O. (1983). Cluster Analysis and Data Analysis. Amsterdam: North-Holland Publishing Company.

- JOHANSSON, I., HILDEMAN, S. E. (1954). The relationship between certain body measurements and live and slaughter weight in cattle. *Animal Breeding Abstracts*, **22**(1):1-17.
- JOHNSON, D. (1998). *Applied Multivariate Methods for Data Analysis*. Pacific Grove, CA: Duxbury Press.
- JOHNSON, R. A., WICHERN, D. W. (2002). *Applied Multivariate Statistical Analysis*. 5nd Ed. New Jersey: Prentice Hall International Inc.
- JORDANA, J., PIEDRAFITA, J., SANCHEZ, A. (1992). Genetic relationships in Spanish dog breeds. II. The analysis of biochemical polymorphism. *Genet sel evol.*, **24**: 245-263.
- KARAKAYA, K. (1998). Holştayn Buzağı ve Danalarda cinsiyet gruplarının bazı beden ölçülerine göre çok değişkenli analiz yöntemi ile karşılaştırılmaları ve canlı ağırlık tahmini. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- KAUFMAN, L., ROUSSEUW, P. J. (1990). *Finding Groups Data: An Introduction to Cluster Analysis*. New York: John Wiley and Sons, Inc.
- KESİCİ, T. (1979). Gözlü ve Altınova Devlet Üretme Çiftliklerinde Yetiştirilen Anadolu Merinoslarının Çok Değişkenli Analiz Yöntemleriyle Karşılaştırılması. Ankara Üniv. Ziraat Fakültesi Yayınları: 691.
- KLIR, G. J., YUAN, B. (1995). *Fuzzy Sets and Fuzzy Logic: Theory and Application*. New Jersey: Prentice Hall. Inc.
- KOPP, B. (1984). Cluster analysis via density functions: Amelioration of a lower bound of the parameter. *Biometrical J.*, **26**(1): 461-463
- KOPYLOVSKAYA, G., MERSON, S. L. (1981). Cluster analysis in poultry breeding. (CD-ROM). Silverplatter information.
- KÖKSAL, B. A. (1985). İstatistik. İstanbul: Çağlayan Basımevi.
- KRAMER, C. Y. (1978). An overview of multivariate analysis. *Journal of Dairy Science*, **61**: 848-854.
- KRISTELLER, J. L., ROBIN, J. (1989). Identifying eating patterns in male and female undergraduates using cluster analysis. *Addictive Behaviors*, **14**: 631-642.
- KROGMEIER, D., DZAPO, V., WASSMUTH. R. (1990). Zusammenhänge zwischen ausgewählten stofwechselfparametern und Leistungsmerkmalen bei mastlammern. *J. Anim. Breed. Genet.*, **107**: 291-300.
- KRZANOWSKI, W. J., LAI, Y. T. (1988). A criterion for determining the number of groups in a data set using sum-of squares clustering. *Biometrics*, **14**: 22-34.
- KUL, S., ŞEKER, İ. (2000). İvesi erkek toklularda beden ağırlığı, canlı beden ve kemik ölçüleri ile bazı karkas ölçüleri ve özellikleri arasındaki ilişkiler. *Yüzüncü Yıl Üniv. Vet. Fak. Derg.*, **11**(2): 70-75.
- KUMAR, A., VARNA, S.K. (1991). Application of cluster analysis in the classification of fullsib groups of chicken. (CD-ROM) Silver platter information.

- MACCIOTTA, N. P. P., CAPPIO, A., STERI, R., PULINA, G., BRANDANO, P. (2002). Somatic variability of Sarda goat breed analysed by multivariate methods. *Livestock Production Science*, **75**: 51-58.
- MACQUEEN, J. (1967). Some methods for classification and analysis of multivariate observation. 5. Berkeley Matematiksel İstatistik ve Olasılık Sempozyumu, University of California Press, 281-297.
- MANLY, B. F. J. (1994). Multivariate Statistical Methods. New York: Chapman Hall.
- MARDIA, K. V., KENT, J. T., BIBBY, J. M., (1989). Multivariate Analysis. Seventh Edition. London: Academic Press.
- MARRIOT, F. H. C. (1971). Practical problems in a method of cluster analysis. *Biometrics*, **27**: 501-514.
- MONTGOMERY, C., D., PECK, E. A. (1992). Introduction to Linear Regression Anlysis. New York: John Wiley and Sons, Inc.
- MURATA, T., KOISO, T. (1988). Multivariate analysis of pig progeny test results. (CD-ROM) Silver platter information.
- MURTAGH, F. (1983). A Survey of recent advances in hierarchical clustering algorithms. *Computer J.*, **26**(4): 354-359.
- NESSE, L.L., LARSEN, H.J. (1987). Lymphocyte antigens in Norwegian goats: serological and genetic studies. *Animal Genetics.*, **18**: 261-268.
- NETER, J., WASSERMANN, W., KUTNER, M. H. (1990). Applied Linear Statistical Models. Rd.3 Richard D. Irwin, Inc.
- OLFAZ, M., OCAK, N., ERENER, G., CAM, M. A., GARİPOĞLU, A. V. (2005). Growth, carcass and meat characteristics of Karakaya growing rams fed sugar beet pulp, partially substituting for grass hay as forage. *Meat Science*, **70**: 7-14.
- OWENS, J.L., JOHNSTONE, P.H., DAVIS, G.H. (1985). An independent statistical analysis of ovulation rate data used to segregate Booroolamerino genotypes. (CD-ROM) Silver platter information.
- ÖZBEYAZ, C., YILDIZ, M. A., ÇAMDEVİREN; H. (1999). Türkiye’de yetiştirilen çeşitli sığır ırkları arasındaki genetik ilişkiler. *Lalahan Hay. Araşt. Enst. Derg.* **39**(1): 17-32.
- ÖZCAN, H. (1960). Gökhöyük Devlet Üretim Çiftliği Merinos x Karayaka Melezlerinin Beden Ölçüleri ve Yapağı Vasıfları Üzerine Araştırmalar. Ankara.Üniv. Vet. Fak. Yayın No: 122. Ankara: Ege Matbaası.
- ÖZCAN, H., ARITÜRK, E. (1960). Boztepe İnekhanesi ve Çeşme’de Halk Elindeki Sakız Koyunlarının Beden Ölçüleri, Yapağı Karakterleri, Süt ve Yavru Verimleri Üzerinde Mukayeseli Bir Araştırma. Ankara.Üniv. Vet. Fak. Yayın No: 130. Ankara: Ege Matbaası.
- ÖZDAMAR, K. (1988). Hastalık olgularının incelenmesinde kümeleme çözümlemesinin kullanılması. Eskişehir: Anadolu Üniv. Yayınları, No:195.
- ÖZDAMAR, K. (2004). Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi (Çok Değişkenli Analizler). Eskişehir: Kaan Kitabevi.

- ÖZTÜRK, A., KAYIŞ, S. A., PARLAT, S., GÜRKAN, M. (1994). Konya Merinoslarında bazı vücut ölçülerinden canlı ağırlığın tahmini olanakları. *Hayvancılık Araştırma Dergisi*, **4**(1): 23-25.
- PETERS, J.P., MARTINELLI, J.A. (1989). Hierarchical cluster analysis as a tool to manage variation in germplasm collections. *Theor appl genet.*, **78**: 42-48.
- PINTO, L. F. B., ALMEIDA, F. Q., QUIRINO, C. R., AZEVEDO, P. C. N., CABRAL, G. C., SANTOS, E. M., CORASSA, A. (2008). Evaluation of the sexual dimorphism in Mangalarga Marchador horses using discriminant analysis. *Livestock Science*, **117**:1-6.
- RAWLINGS, J.O. (1988). Applied Regression Analysis: A Research Tool. California: Wadsworth-Brooks.
- RIVA, J., RIZZI, R., MARELLI, S., CAVALCHINI, L. G. (2004). Body measurements in Bergamasca sheep. *Small Ruminant Research*, **55**: 221-227.
- ROUSING, T., WEMELSFELDER, F. (2006). Qualitative assessment of social behaviour of dairy cows housed in loose housing systems. *Applied Animal Behaviour Science*, **101**: 40-53.
- RUSPINI, E. H. (1969). A new approach to clustering. *Information and Control*, **15**: 22-32.
- RYZIN, J. (1973). Classification and Clustering. London: Academic Press.
- SERPER, Ö. (1986). Uygulamalı İstatistik 2. İstanbul: Filiz Kitabevi.
- SHARMA, S. (1996). Applied Multivariate Techniques. New York: John Wiley and Sons, Inc.
- SHETH, J. N. (1971). The multivariate revolution in marketing research. *Journal of Marketing*, **35**: 13-19.
- SORENSEN, J. T., FOLDAGER, J. (1991). Effect of breed and plane of nutrition on the estimation of live weight by heart girth in dual purpose heifers. *Acta Agric. Scand.*, **41**(1): 161-169.
- SPATH, H. (1980). Cluster Analysis Algorithms for Data Reduction and Classification of Objects. England: Ellis Horwood Ltd.
- STREITZ, E., BAULAIN, U., KALLWEIT, E. (1995). Investigation on body composition of growing lambs by means of magnetic resonance imaging (MRI). (CD-ROM) Silver platter information.
- SÜMBÜLOĞLU, K., SÜMBÜLOĞLU, V. (2002). Biyoistatistik. 10. Baskı. Ankara: Hatiboğlu Yayınevi.
- ŞAHİN, M., HAMARAT, B. (2002). G-10 Avrupa Birliği ve OECD ülkelerinin sosyo-ekonomik benzerliklerinin fuzzy kümeleme analizi ile belirlenmesi. ODTÜ VI. International Conference in Economics, 11-14.
- ŞAHİNLİ, F. (1999). Kümeleme analizine fuzzy set teorisi yaklaşımı. Y.Lisans Tezi, Gazi Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü.

- TANABE, Y., OTA, K., ITO, S., HASHIMOTO, Y., SUNG, Y.Y., RYU, K., FARQUE, M.O. (1991). Biochemical-genetic relationships among Asian and European dogs and the ancestry of the Japanese native dog. *J.anim.Breed.Genet.*, **128**: 455-478.
- TATLIDİL, H. (1996). Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistiksel Analiz. Ankara: Cem Web Ofset Ltd. Şti.
- TILAKARATNE, T., MATSUKAWA, T., BUVANENDRAN, V. (1974). Estimating of body weight in pure and Crossbred Sinhala cattle using body measurement. *Ceylon Vet. Vol. XXII*, **3**(4): 82-84.
- TOMBAK, H. F. (1996). Çok değişkenli analizlerde kullanılan uzaklık ve benzerlik ölçütlerinin kullanım yerleri üzerine uygulamalı bir çalışma. Y.Lisans Tezi, Hacettepe Üniv. Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- TURANLI, M., ÖZDEN, Ü.H., TÜREDİ, S. (2006). Avrupa Birliğine aday ülkelerin ekonomik benzerliklerinin kümeleme analizi ile incelenmesi. *İstanbul Ticaret Üniv. Sosyal Bilimler Dergisi*, **9**(1): 95-108.
- ULUTAGAY, G. (2004). Bulanık c-ortalamlar kümeleme analizi ve uygulamaları. Y.Lisans Tezi, Ege Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- ÜNAL, N. (2002). Akkaraman ve Sakız x Akkaraman F₁ Kuzularda yaşama gücü, büyüme ve bazı vücut ölçüleri. *Türk. J. Vet. Anim. Sci.*, **26**: 109-116.
- ÜNAL, N., ATASOY, F., AKÇAPINAR, H., ERDOĞAN, M. (2003). Karayaka ve Bafra (Sakız x Karayaka G₁) koyunlarda döl verimi, kuzularda yaşama gücü ve büyüme. *Türk. J. Vet. Anim. Sci.*, **27**: 265-272.
- VOGT, W., NAGEL, D., SATOR, H. (1987). Cluster Analysis in Clinial Chemistry: A Model. New York: John Wiley and Sons, Inc.
- WARD, J. H. (1963). Hierarchical grouping to optimize an objective function. *Journal of The American Statistical Association*, **1**: 236-244.
- WILKINSON, L. (1984). SYSTAT V 2.0 Manuel. Evanston: Sysat Inc.
- XU, W., CHEN, Y. (1990) Principal components analysis of body characters and weights of Yunnan cattle and South East asian cattle. (CD-ROM) Silver platter information.
- YARKIN, İ. (1953). Koyunculuk. Ankara: Ankara Üniv. Ziraat Fakültesi Yayınları 37.
- YILDIZ, İ. (1998). Kümeleme analizi, kümeleme analizinde matematiksel programlama ve bir uygulama. Doktora Tezi, Harran Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- YILDIZ, M. A., ÇAMDEVİREN, H., ÖZBEYAZ, C. (2001). Genetic diversity and divergence of some Swiss Brown Cattle Herds in Turkey, *Biochemical Genetics*, **40**(5-6): 203-207.
- ZECHNER, P., ZOHMAN, F., SOLKNER, J., BODO, I., HABE, F., MARTI, E., BREM, G. (2001). Morphological description of the Lipizzan horse population. *Livestock Production Science*, **69**(2): 163-177.
- ZHANG, W., REMPLE, W.E., ZHANG, Z. (1986). A cluster analysis of performance data of Chinese breeds of swine. (CD-ROM) Silver platter information.
- ZUPAN, J. (1985). Clustering of Large Data Sets. New York: Research Studies Press.

EKLER

Ek-1

Karayaka ve Bafra Koyunlarının Yaş ve Vücut Ölçülerine İlişkin Değişkenlere Ait Çoklu Bağlantının İncelenmesi

Karayaka genotipinin vücut ölçülerine ilişkin değişkenlere ait çoklu bağlantının incelenmesi

Bağımsız Değişkenler	VIF	R ²	1-R ²	Temel Bileşenler	λ	Açıklama Payı (%)	Kümülatif (%)
CY	2,731	0,634	0,366	1	3,893	48,660	48,660
GD	3,443	0,510	0,490	2	1,402	17,519	66,180
GG	2,112	0,527	0,473	3	0,720	9,006	75,185
VU	1,481	0,325	0,675	4	0,630	7,878	83,063
GÇ	3,117	0,679	0,321	5	0,503	6,284	89,348
BU	1,472	0,321	0,679	6	0,378	4,730	94,078
BG	1,435	0,303	0,697	7	0,267	3,337	97,415
SU	1,366	0,268	0,732	8	0,207	2,585	100,000

Karayaka genotipinin yaş ve vücut ölçülerine ilişkin değişkenlere ait çoklu bağlantının incelenmesi

Bağımsız Değişkenler	VIF	R ²	1-R ²	Temel Bileşenler	λ	Açıklama Payı (%)	Kümülatif (%)
YAS	2,620	0,618	0,382	1	4,534	50,375	50,375
CY	2,831	0,647	0,353	2	1,434	15,931	66,305
GD	3,624	0,724	0,276	3	0,726	8,062	74,368
GG	2,182	0,542	0,458	4	0,633	7,031	81,399
VU	1,482	0,325	0,675	5	0,503	5,586	86,985
GÇ	3,161	0,684	0,316	6	0,388	4,312	91,297
BU	1,491	0,329	0,671	7	0,311	3,454	94,751
BG	1,506	0,336	0,664	8	0,267	2,964	97,714
SU	1,373	0,272	0,728	9	0,206	2,286	100,000

Ek-1 (Devamı)

Bafra genotipinin vücut ölçülerine ilişkin değişkenlere ait çoklu bağlantının incelenmesi

Bağımsız Değişkenler	VIF	R²	1-R²	Temel Bileşenler	λ	Açıklama Payı (%)	Kümülatif (%)
CY	1,754	0,430	0,570	1	2,949	36,862	36,862
GD	2,497	0,600	0,400	2	1,582	19,777	56,639
GG	2,043	0,510	0,490	3	1,042	13,020	69,659
VU	1,754	0,430	0,570	4	0,813	10,162	79,821
GÇ	2,392	0,582	0,418	5	0,623	7,791	87,612
BU	1,217	0,178	0,822	6	0,408	5,098	92,710
BG	1,147	0,129	0,871	7	0,310	3,879	96,589
SU	1,300	0,231	0,769	8	0,273	3,411	100,000

Bafra genotipinin yaş ve vücut ölçülerine ilişkin değişkenlere ait çoklu bağlantının incelenmesi

Bağımsız Değişkenler	VIF	R²	1-R²	Temel Bileşenler	λ	Açıklama Payı (%)	Kümülatif (%)
YAS	1,438	0,305	0,695	1	3,264	36,269	36,269
CY	1,755	0,430	0,570	2	1,647	18,301	54,570
GD	2,510	0,602	0,398	3	1,042	11,574	66,144
GG	2,090	0,521	0,479	4	0,839	9,322	75,466
VU	1,758	0,431	0,569	5	0,667	7,409	82,875
GÇ	2,523	0,604	0,396	6	0,554	6,161	89,035
BU	1,217	0,178	0,822	7	0,407	4,521	93,556
BG	1,149	0,129	0,871	8	0,310	3,447	97,003
SU	1,320	0,242	0,758	9	0,270	2,997	100,000

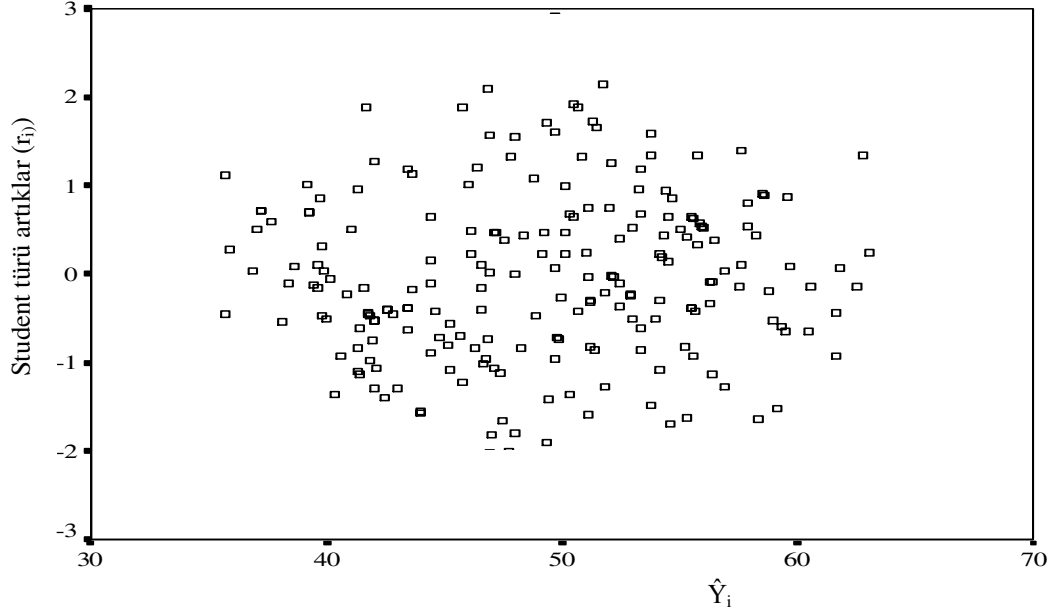
Ek-2**Karayaka ve Bafra Koyunlarının Yaş ve Vücut Ölçülerine İlişkin Değişkenlere Ait Korelasyon Matrisleri**

Karayaka genotipinin yaş ve vücut ölçülerine ilişkin değişkenlere ait korelasyon matrisi

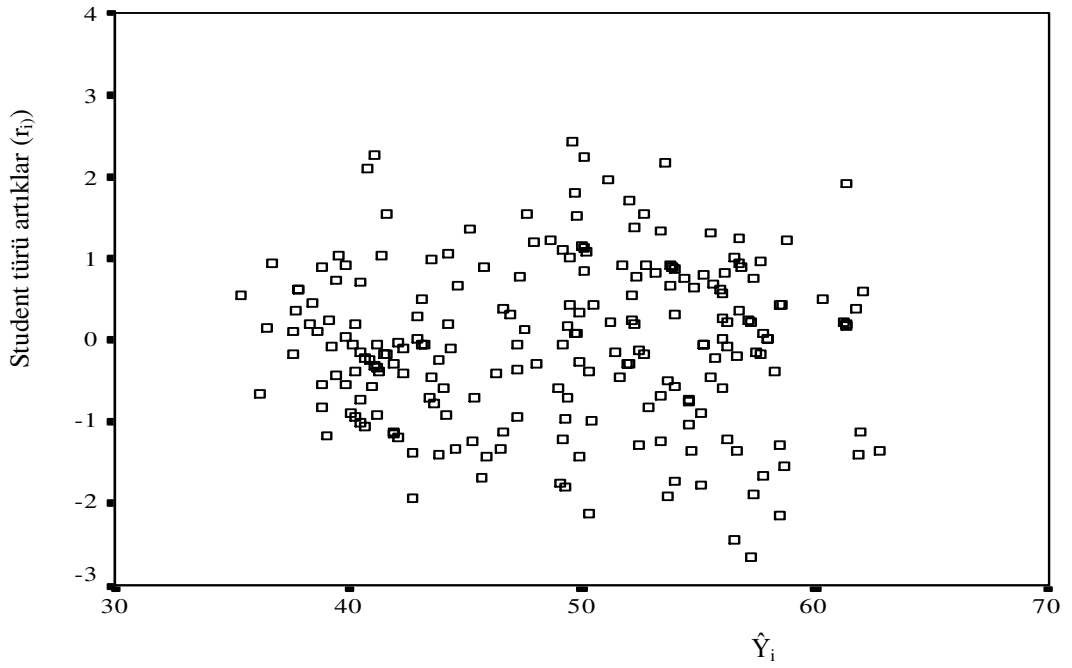
Değişkenler	YAS	CY	GD	GG	VU	GÇ	BU	BG	SU
YAS	1,000	,654	,719	,614	,215	,666	,470	,513	,091
CY	,654	1,000	,754	,617	,411	,664	,400	,368	,243
GD	,719	,754	1,000	,654	,300	,750	,489	,474	,171
GG	,614	,617	,654	1,000	,292	,661	,314	,353	,120
VU	,215	,411	,300	,292	1,000	,310	,088	,024	,459
GÇ	,666	,664	,750	,661	,310	1,000	,497	,485	,276
BU	,470	,400	,489	,314	,088	,497	1,000	,390	,000
BG	,513	,368	,474	,353	,024	,485	,390	1,000	,016
SU	,091	,243	,171	,120	,459	,276	,000	,016	1,000

Bafra genotipinin yaş ve vücut ölçülerine ilişkin değişkenlere ait korelasyon matrisi

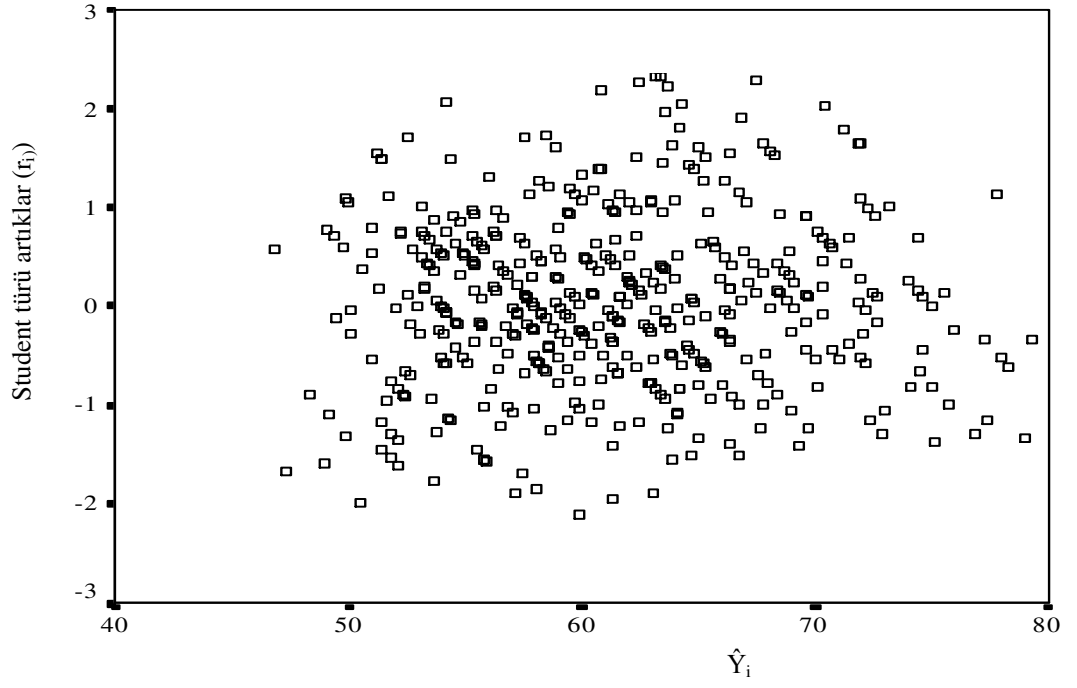
Değişkenler	YAS	CY	GD	GG	VU	GÇ	BU	BG	SU
YAS	1,000	,123	,443	,444	,234	,507	,113	,106	,204
CY	,123	1,000	,314	-,019	,575	,153	,280	,164	,351
GD	,443	,314	1,000	,588	,437	,690	,140	,253	,224
GG	,444	-,019	,588	1,000	,224	,650	,074	,084	,041
VU	,234	,575	,437	,224	1,000	,258	,196	,058	,306
GÇ	,507	,153	,690	,650	,258	1,000	,159	,240	,181
BU	,113	,280	,140	,074	,196	,159	1,000	,191	,362
BG	,106	,164	,253	,084	,058	,240	,191	1,000	,188
SU	,204	,351	,224	,041	,306	,181	,362	,188	1,000

Ek-3**Karayaka ve Bafra Koyunlarının Yaş ve Vücut Ölçülerine İlişkin Değişkenlere Ait Student Türü Artık Grafikleri**

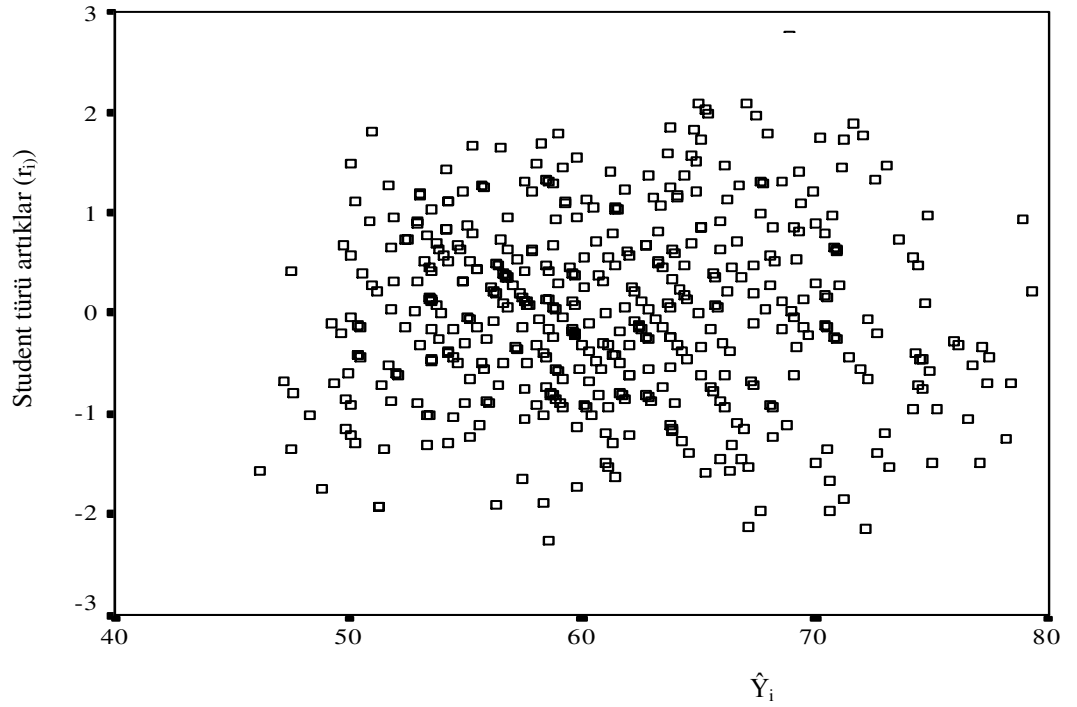
Karayaka genotipinin vücut ölçülerine ilişkin değişkenlere ait Student türü artık grafiği



Karayaka genotipinin yaş ve vücut ölçülerine ilişkin değişkenlere ait Student türü artık grafiği

Ek-3 (Devamı)

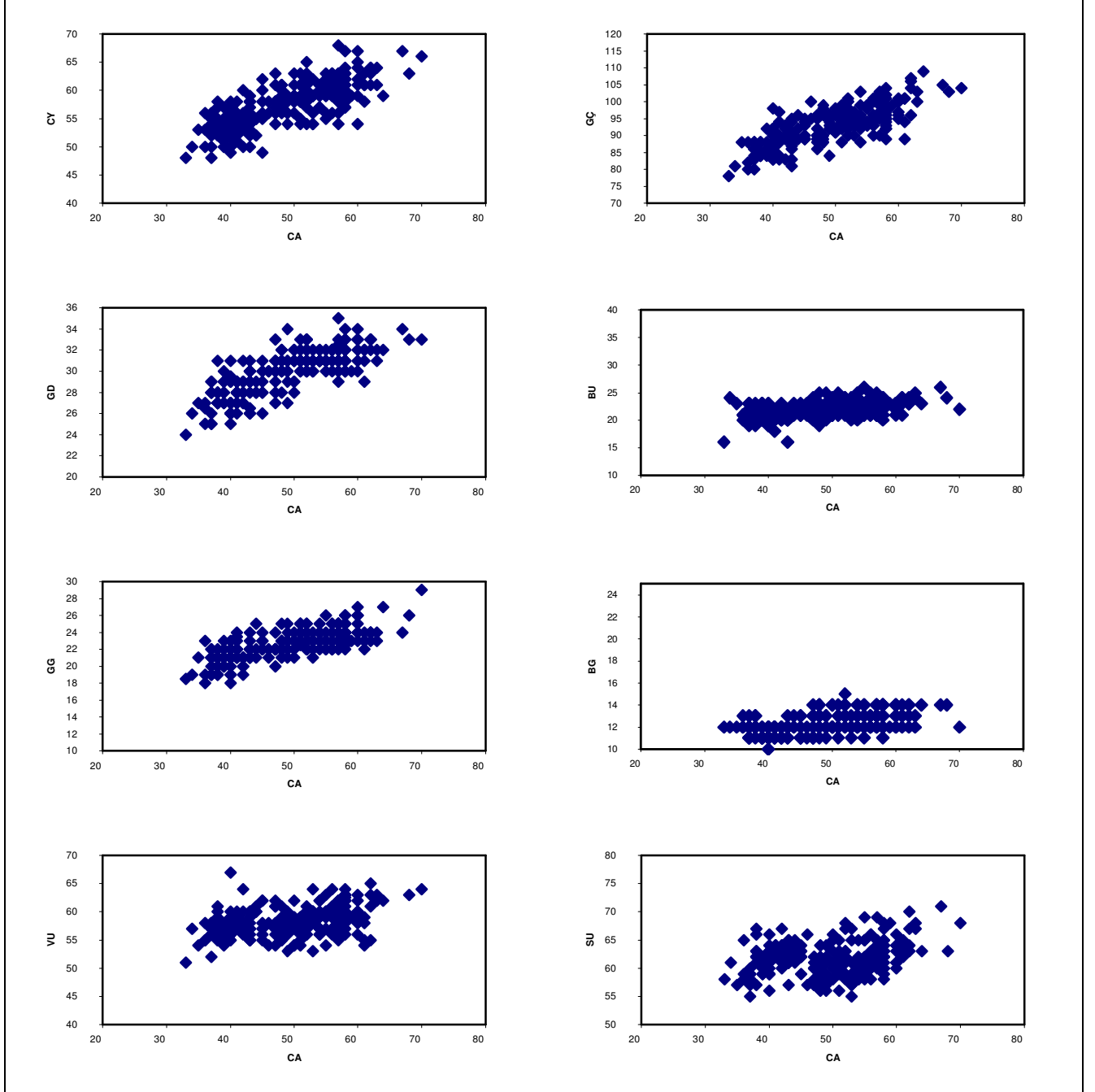
Bafra genotipinin vücut ölçülerine ilişkin değişkenlere ait Student türü artık grafiği



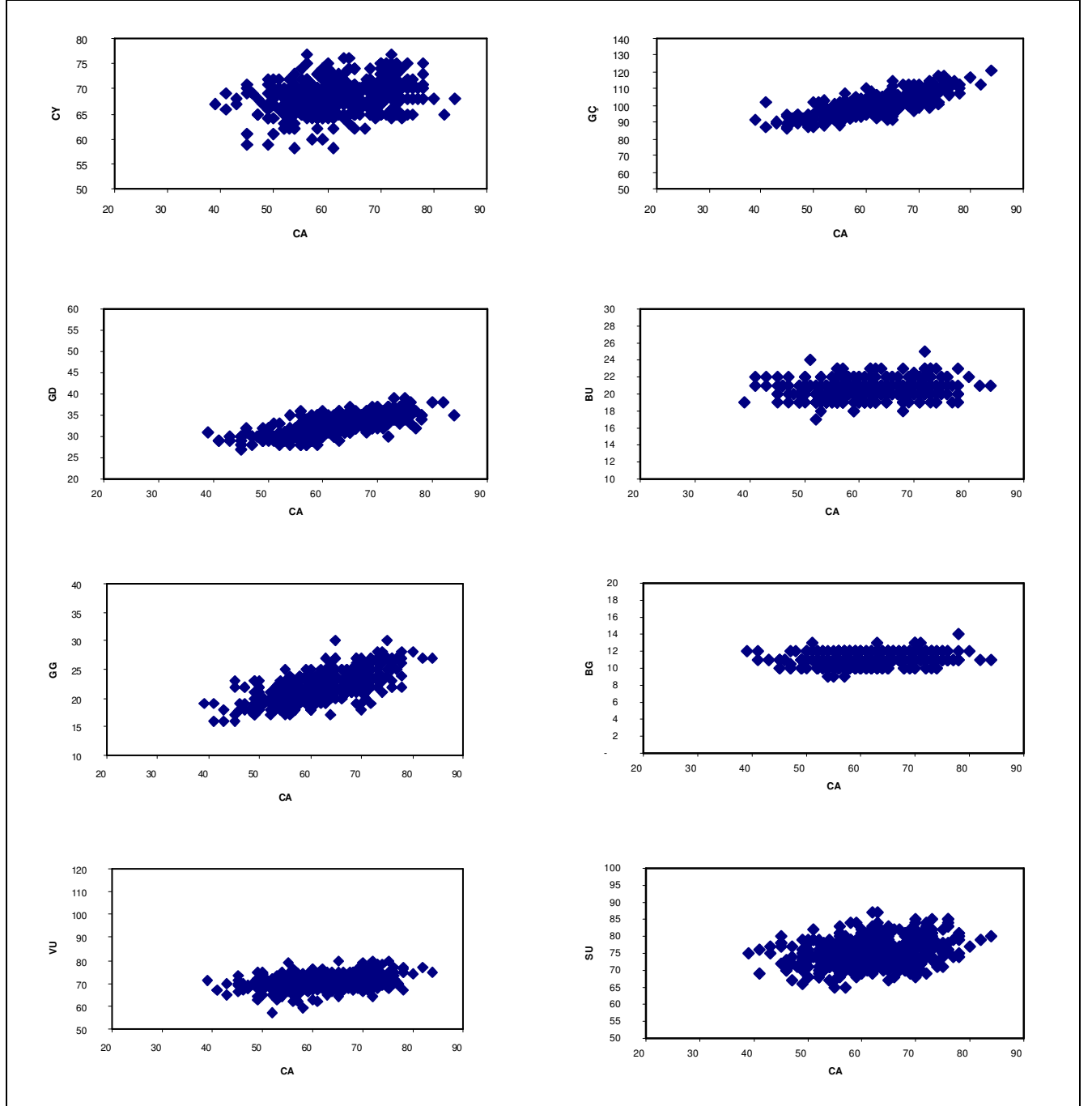
Bafra genotipinin yaş ve vücut ölçülerine ilişkin değişkenlere ait Student türü artık grafiği

Ek-4

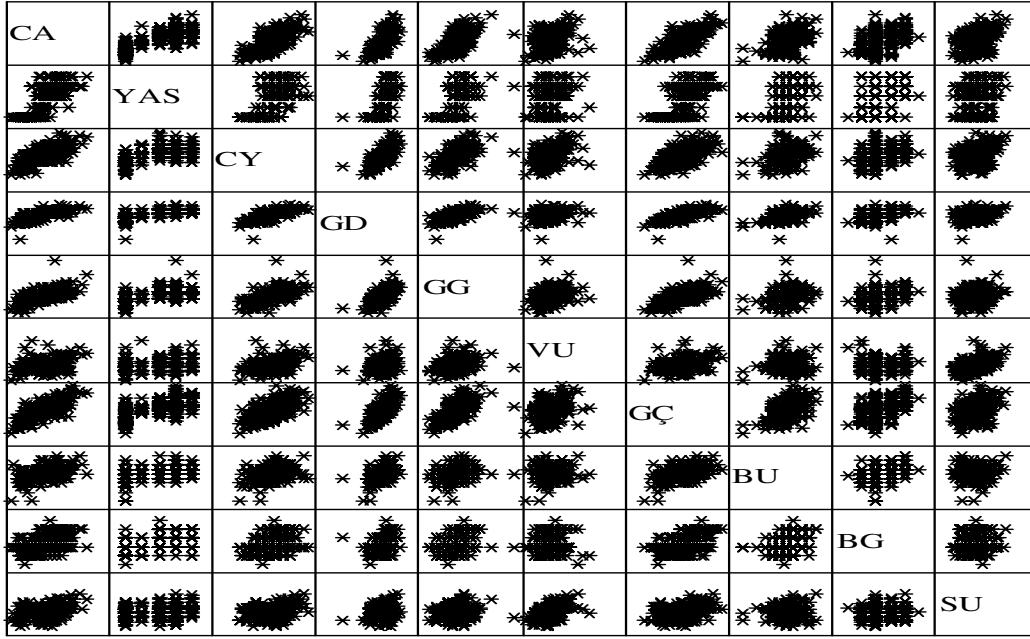
**Karayaka ve Bafra Koyunlarının Canlı Ağırlık İle Vücut Ölçülerine İlişkin
Değişkenlere Ait Saçılım Grafikleri**



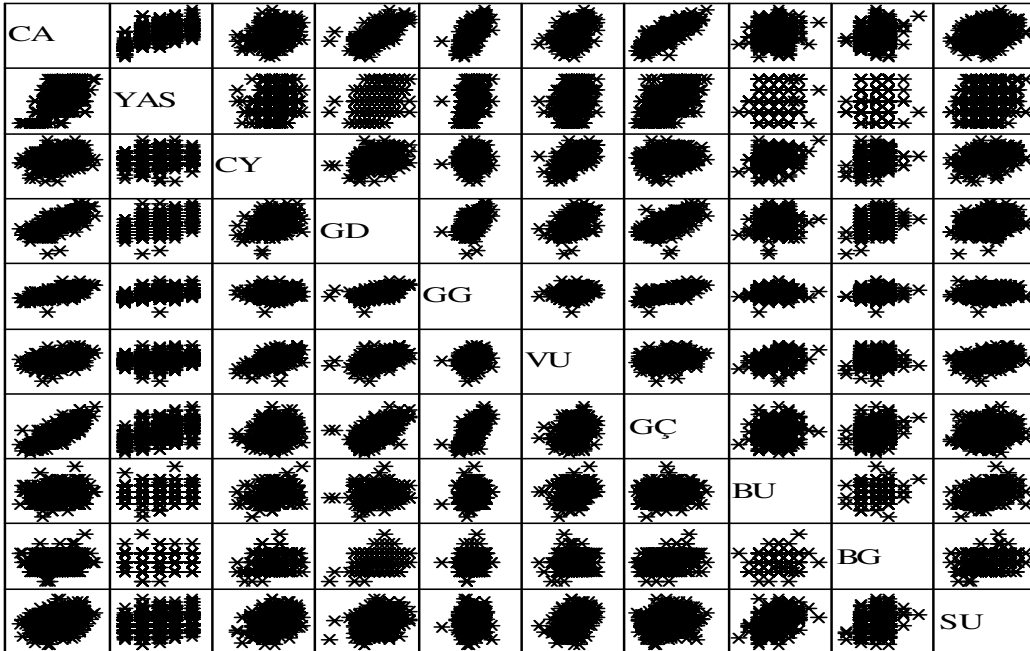
Karayaka genotipinin canlı ağırlık ile vücut ölçülerine ilişkin değişkenlere ait saçılım grafikleri

Ek-4 (Devamı)

Bafra genotipinin canlı ağırlık ile vücut ölçülerine ilişkin değişkenlere ait saçılım grafikleri

Ek-4 (Devamı)

Karayaka genotipinin yaş ve vücut ölçülerine ilişkin değişkenlere ait matris şeklindeki saçılım grafiği



Bafra genotipinin yaş ve vücut ölçülerine ilişkin değişkenlere ait matris şeklindeki saçılım grafiği

Ek-5**Karayaka ve Bafra Koyunlarının Canlı Ağırlık ve Vücut Ölçüleri Üzerinde Yaşın Etki Payının Hesaplanmasında Kullanılan Model**

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

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:

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

Ek-6**Karayaka ve Bafra Koyunlarına Ait Öklit Uzaklık Ölçüsü Matrisleri**

Karayaka koyunlarına ait öklit ölçüsüne göre hesaplanan uzaklık değerleri (n=223)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	...	223
1		11,24	14,12	12,71	7,09	15,37	6,65	12,01	9,34	...	26,23
2	11,24		9,43	6,58	5,00	10,95	6,63	7,14	6,56	...	19,84
3	14,12	9,43		11,37	9,59	4,80	10,05	4,69	7,48	...	16,43
4	12,71	6,58	11,37		8,68	10,40	9,18	7,83	9,29	...	16,40
5	7,09	5,00	9,59	8,68		11,45	2,65	7,21	5,66	...	22,20
6	15,37	10,95	4,80	10,40	11,45		11,40	5,57	9,43	...	13,01
7	6,65	6,63	10,05	9,18	2,65	11,40		7,42	5,20	...	21,95
8	12,01	7,14	4,69	7,83	7,21	5,57	7,42		5,83	...	15,89
9	9,34	6,56	7,48	9,29	5,66	9,43	5,20	5,83		...	19,50
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
223	26,23	19,84	16,43	16,40	22,20	13,01	21,95	15,89	19,50	...	

Bafra koyunlarına ait öklit ölçüsüne göre hesaplanan uzaklık değerleri (n=462)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	...	462
1		7,75	13,49	7,14	5,10	12,29	9,00	8,25	6,78	...	18,22
2	7,75		17,15	3,87	4,90	15,07	12,29	4,90	7,21	...	23,48
3	13,49	17,15		14,66	15,17	14,32	14,53	19,90	18,97	...	12,68
4	7,14	3,87	14,66		6,08	12,57	10,86	7,28	9,33	...	21,70
5	5,10	4,90	15,17	6,08		13,00	9,33	5,66	6,63	...	19,93
6	12,29	15,07	14,32	12,57	13,00		5,48	15,52	17,46	...	17,48
7	9,00	12,29	14,53	10,86	9,33	5,48		12,21	13,60	...	17,17
8	8,25	4,90	19,90	7,28	5,66	15,52	12,21		5,83	...	23,79
9	6,78	7,21	18,97	9,33	6,63	17,46	13,60	5,83		...	22,75
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
462	18,23	23,48	12,68	21,70	19,94	17,48	17,18	23,79	22,75	...	

Ek-7**Karayaka ve Bafra Koyunlarının Vücut Ölçülerine Göre Bulanık Kümeleme Yöntemi İle Kümelenmesine İlişkin İstatistikler**

Karayaka koyunlarının vücut ölçülerine göre Bulanık Kümeleme Yöntemi ile kümelenmesine ilişkin istatistikler

Birim No	Üye Küme	Üye Küme Olasılığı	Komşu Küme	Komşu Küme Olasılığı	Birim No	Üye Küme	Üye Küme Olasılığı	Komşu Küme	Komşu Küme Olasılığı
1	1	0,512	2	0,488	51	2	0,520	1	0,480
2	1	0,615	2	0,385	52	2	0,540	1	0,460
3	1	0,624	2	0,376	53	2	0,511	1	0,489
4	1	0,635	2	0,365	54	2	0,523	1	0,477
5	1	0,586	2	0,414	55	2	0,508	1	0,492
6	2	0,521	1	0,479	56	2	0,519	1	0,481
7	1	0,612	2	0,388	57	2	0,544	1	0,456
8	1	0,506	2	0,494	58	2	0,521	1	0,479
9	1	0,632	2	0,368	59	1	0,521	2	0,479
10	1	0,596	2	0,404	60	2	0,511	1	0,489
11	1	0,542	2	0,458	61	1	0,611	2	0,389
12	1	0,586	2	0,414	62	2	0,532	1	0,468
13	1	0,598	2	0,402	63	2	0,521	1	0,479
14	1	0,612	2	0,388	64	2	0,522	1	0,478
15	1	0,621	2	0,379	65	1	0,510	2	0,490
16	1	0,598	2	0,402	66	1	0,530	2	0,470
17	2	0,532	1	0,468	67	2	0,533	1	0,467
18	2	0,509	1	0,491	68	1	0,574	2	0,426
19	1	0,511	2	0,489	69	1	0,504	2	0,496
20	1	0,654	2	0,346	70	1	0,584	2	0,416
21	2	0,521	1	0,479	71	1	0,601	2	0,399
22	1	0,621	2	0,379	72	1	0,586	2	0,414
23	1	0,655	2	0,345	73	2	0,546	1	0,454
24	2	0,601	1	0,399	74	2	0,562	1	0,438
25	1	0,623	2	0,377	75	1	0,623	2	0,377
26	1	0,502	2	0,498	76	2	0,509	1	0,491
27	1	0,654	2	0,346	77	2	0,518	1	0,482
28	2	0,523	1	0,477	78	2	0,529	1	0,471
29	1	0,623	2	0,377	79	1	0,562	2	0,438
30	1	0,641	2	0,359	80	2	0,527	1	0,473
31	2	0,533	1	0,467	81	2	0,548	1	0,452
32	2	0,514	1	0,486	82	2	0,562	1	0,438
33	1	0,654	2	0,346	83	2	0,532	1	0,468
34	1	0,632	2	0,368	84	1	0,621	2	0,379
35	1	0,532	2	0,468	85	2	0,548	1	0,452
36	1	0,569	2	0,431	86	2	0,578	1	0,422
37	1	0,589	2	0,411	87	2	0,589	1	0,411
38	1	0,544	2	0,456	88	2	0,562	1	0,438
39	1	0,524	2	0,476	89	1	0,632	2	0,368
40	1	0,587	2	0,413	90	2	0,599	1	0,401
41	1	0,598	2	0,402	91	1	0,689	2	0,311
42	1	0,532	2	0,468	92	2	0,543	1	0,457
43	1	0,555	2	0,445	93	1	0,600	2	0,400
44	2	0,584	1	0,416	94	1	0,512	2	0,488
45	2	0,511	1	0,489	95	2	0,533	1	0,467
46	2	0,510	1	0,490	96	1	0,548	2	0,452
47	1	0,611	2	0,389	97	2	0,521	1	0,479
48	1	0,642	2	0,358	98	2	0,541	1	0,459
49	2	0,501	1	0,499	99	1	0,641	2	0,359
50	2	0,520	1	0,480	100	1	0,632	2	0,368

Ek-7 (Devamı)

Bafra koyunlarının vücut ölçülerine göre Bulanık Kümeleme Yöntemi ile kümelenmesine ilişkin istatistikler

Birim No	Üye Küme	Üye Küme Olasılığı	En Yakın Komşu Küme	Komşu Küme Olasılığı	Birim No	Üye Küme	Üye Küme Olasılığı	En Yakın Komşu Küme	Komşu Küme Olasılığı
1	2	0,523	4	0,322	51	4	0,423	2	0,235
2	3	0,369	2	0,254	52	3	0,456	4	0,254
3	1	0,28	4	0,251	53	2	0,456	3	0,312
4	2	0,425	4	0,256	54	2	0,462	1	0,215
5	2	0,444	1	0,254	55	3	0,485	4	0,263
6	2	0,423	4	0,212	56	3	0,365	2	0,233
7	3	0,388	1	0,222	57	2	0,398	1	0,256
8	1	0,365	2	0,263	58	1	0,257	2	0,248
9	2	0,462	1	0,321	59	4	0,43	2	0,312
10	4	0,415	1	0,359	60	4	0,42	2	0,332
11	2	0,489	3	0,359	61	4	4,151	3	0,254
12	3	0,404	4	0,21	62	4	0,512	1	0,215
13	2	0,562	4	0,354	63	4	0,312	2	0,301
14	4	0,456	2	0,321	64	1	0,31	3	0,264
15	4	0,452	2	0,301	65	2	0,365	4	0,255
16	1	0,321	3	0,301	66	1	0,356	4	0,321
17	2	0,501	1	0,255	67	2	0,366	4	0,298
18	3	0,426	4	0,31	68	3	0,398	2	0,306
19	2	0,412	3	0,24	69	2	0,485	3	0,352
20	2	0,422	1	0,313	70	1	0,296	2	0,249
21	2	0,321	1	0,215	71	2	0,489	4	0,312
22	1	0,259	2	0,241	72	1	0,286	3	0,236
23	4	0,512	2	0,352	73	1	0,298	3	0,264
24	4	0,521	2	0,254	74	1	0,268	3	0,254
25	4	0,365	2	0,309	75	2	0,477	4	0,344
26	1	0,298	2	0,26	76	3	0,395	4	0,254
27	3	0,395	2	0,341	77	1	0,313	2	0,269
28	3	0,347	1	0,296	78	4	0,365	2	0,325
29	2	0,395	3	0,289	79	4	0,689	2	0,252
30	4	0,365	1	0,309	80	2	0,501	3	0,245
31	3	0,356	2	0,274	81	2	0,523	1	0,296
32	1	0,268	2	0,256	82	3	0,412	1	0,299
33	2	0,398	4	0,278	83	3	0,456	1	0,287
34	2	0,458	4	0,201	84	2	0,412	4	0,256
35	4	0,321	2	0,265	85	1	0,333	4	0,248
36	3	0,366	2	0,245	86	4	0,654	3	0,235
37	1	0,312	3	0,295	87	2	0,444	1	0,263
38	3	0,344	4	0,266	88	1	0,345	4	0,216
39	3	0,412	1	0,214	89	3	0,452	4	0,245
40	3	0,462	2	0,231	90	2	0,462	3	0,444
41	3	0,419	1	0,322	91	1	0,362	4	0,263
42	2	0,365	3	0,298	92	2	0,475	3	0,365
43	4	0,425	2	0,369	93	1	0,263	2	0,25
44	1	0,322	2	0,284	94	4	0,652	2	0,201
45	4	0,489	1	0,433	95	1	0,289	3	0,259
46	2	0,39	4	0,31	96	2	0,462	4	0,322
47	4	0,523	3	0,321	97	3	0,358	2	0,259
48	4	0,444	2	0,388	98	4	0,321	2	0,31
49	1	0,365	2	0,275	99	4	0,456	3	0,215
50	2	0,467	4	0,25	100	4	0,496	2	0,336

Ek-8**Karayaka ve Bafra Koyunlarının Canlı Ağırlık ve Bazı Vücut Ölçülerinin Irk ve Yaşa Göre Karşılaştırılmasına İlişkin İki Faktörlü Anova Sonuçları**

Etki		F	p
Intercept	Pillai's Trace	58168,458	,000
	Wilks' Lambda	58168,458	,000
	Hotelling's Trace	58168,458	,000
	Roy's Largest Root	58168,458	,000
IRK	Pillai's Trace	393,200	,000
	Wilks' Lambda	393,200	,000
	Hotelling's Trace	393,200	,000
	Roy's Largest Root	393,200	,000
YAS	Pillai's Trace	13,901	,000
	Wilks' Lambda	18,581	,000
	Hotelling's Trace	24,640	,000
	Roy's Largest Root	93,617	,000
IRK * YAS	Pillai's Trace	4,545	,000
	Wilks' Lambda	4,859	,000
	Hotelling's Trace	5,178	,000
	Roy's Largest Root	18,515	,000

ÖZGEÇMİŞ

I- Bireysel Bilgiler

Adı : İbrahim
 Soyadı : KILIÇ
 Doğum yeri ve tarihi : SİVAS / Şarkışla-1972
 Uyruğu : Türkiye Cumhuriyeti
 Medeni durumu : Evli / Bir çocuk babası
 Askerlik durumu : Yaptı
 İletişim adresi ve telefonu : kilicibrahim@hotmail.com Tel: 380 611 5111/142

II- Eğitimi

2000-Yüksek Lisans: Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
 1995-Üniversite : Ankara Üniversitesi Fen Fak.Astronomi ve Uzay Bilimleri
 Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Matematik
 1989-Lise : Ertuğrul Gazi Lisesi (BİLECİK)
 1986-Ortaokul : Ertuğrul Gazi Lisesi (BİLECİK)
 1983-İlkokul : Gümüştepe Köyü İlkokulu (Şarkışla / SİVAS)

Yabancı dili: İngilizce - Almanca

III- Ünvanları

Bilim Uzmanı (2000): Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
 Astronom (1995): Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi
 Matematik Öğretmeni (1995): Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi

IV- Mesleki Deneyimi

Öğretmen (1997-1998): Milli Eğitim Bakanlığı (MEB)
 Uzman (1999-2000): Abant İzzet Baysal Üniversitesi
 Öğretim Görevlisi (2000-2006): Abant İzzet Baysal Üniversitesi
 Öğretim Görevlisi (2006- ...): Düzce Üniversitesi

V- Üye Olduğu Bilimsel Kuruluşlar

VI- Bilimsel İlgi Alanları

Yayınları:

KİTAP:

URAL, Ayhan. **KILIÇ, İbrahim**. Bilimsel Araştırma Süreci ve SPSS ile Veri Analizi. Ankara. Detay Yayıncılık. 2005. Türkçe. 274 Sayfa. ISBN:975.89.69.17.

MAKALE:

KILIÇ, İbrahim. PELİT, Elbeyi. “Yerli Turistlerin Memnuniyet Düzeyleri Üzerine Bir Araştırma”. *Anatolia:Turizm Araştırmaları Dergisi*. Cilt:15. Sayı:2. (2004). 113-124.

SELVİ, Murat. **KILIÇ, İbrahim.** “Assessing Drivers of Brand Choice Process of University Students”. *Hacettepe University Journal of Economics and Administrative Sciences*. Sayı: 24(1). (2006). 189-210.

SELVİ, Murat. **KILIÇ, İbrahim.** “Perakende Yapı Endüstrisinde Yapı Marketleri İle Küçük Esnafların Müşterilerin Satınalma Davranışları Üzerindeki Etkisini Belirlemeye Yönelik Bir Araştırma” *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Sayı: 27(2), (2006), 25-43.

BİLDİRİ:

BATMAN, Orhan. **KILIÇ, İbrahim.** KILIÇ, Gonca. “İnternetin Seyahat İşletmelerinin Pazarlamasına Olan Etkileri”. *Turizmde Bilgi Teknolojileri Hafta Sonu Seminerleri VIII*, 9-11 Kasım 2001, Nevşehir.

KILIÇ, İbrahim. “Bilimsel Araştırma Süreci ve Turizm Alanında Yapılan Uygulamalı Araştırmaların Yöntem Sorunlarına Yönelik Bir Değerlendirme”. III. Balıkesir Ulusal Turizm Kongresi. Balıkesir Üniversitesi Tur. İşl. ve O. Y.O. 2008. Balıkesir

VII- Bilimsel Etkinlikleri*Seminer:*

Temel Bileşenler Analizi ve Bir Uygulama (2006). Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.

Meta Analizi ve Bir Uygulama (2007). Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.

Veri Analizi Uygulamaları (2006): Gazi Üniversitesi

Konferans:

Akçakoca Turist Profili ve Turistlerin Demografik Özellikleri ile Seyahat Özellikleri Arasındaki İlişki. (2007). Akçakoca Kaymakamlığı

VIII- Diğer Bilgiler*Eğitim programı haricinde aldığı kurslar:*

Öğretmenlik Meslek Dersleri Sertifikası: Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi