

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**HAYVAN YETİŞTİRİCİLİĞİ İSTATİSTİKLERİNDE
BAYESYEN YÖNTEM KULLANILMASI**

Zeynep ÖZEL

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİYOİSTATİSTİK ANABİLİMDALI

Danışman
Prof. Dr. Mehmet Emin TEKİN

KONYA-2022

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**HAYVAN YETİŞTİRİCİLİĞİ İSTATİSTİKLERİNDE
BAYESYEN YÖNTEM KULLANILMASI**

Zeynep ÖZEL

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİYOİSTATİSTİK ANABİLİMDALI

Danışman
Prof. Dr. Mehmet Emin TEKİN

KONYA-2022

S.Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne

Zeynep ÖZEL tarafından savunulan bu çalışma, jürimiz tarafından Biyoistatistik Anabilim Dalında Yüksek Lisans / Doktora Tezi olarak oy birliği / oy çokluğu ile kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: Unvanı Adı SOYADI
..... Üniversitesi

İmza

Danışman: Unvanı Adı SOYADI
..... Üniversitesi

İmza

Üye: Unvanı Adı SOYADI
..... Üniversitesi

İmza

Üye: Unvanı Adı SOYADI
..... Üniversitesi

İmza

Üye: Unvanı Adı SOYADI
..... Üniversitesi

İmza

ONAY:

Bu tez, Selçuk Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu tarih vesayılı kararıyla kabul edilmiştir.

Unvanı Adı SOYADI
Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimi ve tez çalışmamda her zaman desteği ile yanımda olan, bana kıymetli zamanını ayıran saygı değer danışman hocam Prof. Dr. Mehmet Emin TEKİN ‘e yardımları için çok teşekkür ederim.

Tez çalışmamı hazırlarken görüş ve destekte bulunan Doç. Dr. Mustafa Agah TEKİNDAL hocama ve Dr. Öğretim Üyesi Harun YONAR hocama çok teşekkür ederim.

Hayatım boyunca bana desteklerini esirgemeyen, beni bu günlere getiren, bu çalışma süresince gösterdikleri sabır, anlayış ve sevgi için çok kıymetli annem ve babama sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

SİMGELER VE KISALTMALAR	iv
TABLolar LİSTESİ.....	v
ÖZET.....	vi
SUMMARY	vii
1.GİRİŞ	1
1.1. Bayesyen ve Klasik Yöntemin Karşılaştırmalı Tanıtılması	3
1.1.1. Belirsizliğin Değerlendirilmesi.....	3
1.1.2 Olasılık.....	3
1.1.3 Parametre	3
1.1.4 Nokta Tahmin	4
1.1.5 Güven Aralığı	9
1.1.6 Hipotez Testi.....	9
1.2. Bayes Teoremi.....	11
1.2.1 Bayesyen Bilgi Güncelleme.....	12
1.2.2. Önsel Dağılım	13
1.3.Veteriner Hekimlikte veya Hayvan Yetiştiriciliğinde Bayesyen Yaklaşımlar.	14
2.GEREÇ VE YÖNTEM.....	17
2.1 Gereç	17
2.2 Yöntem	17
3.BULGULAR.....	20
4.TARTIŞMA	33
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	36
6. KAYNAKLAR	37
7. EKLER.....	39
8.TURNİTİN RAPORU.....	40
9. ÖZGEÇMİŞ.....	41

SİMGELER VE KISALTMALAR

BF: Bayes Faktör

GCAA: günlük canlı ağırlık artışı

JASP: Jeffreys's Amazing Statistics Program (Version 0.14)



TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1. Bayes Faktör karar tablosu (Jeffreys 1998)

Tablo 2. Cinsiyete göre GCAA klasik yöntem t testi sonuçları

Tablo 3. Cinsiyete göre GCAA Bayesyen yöntem t testi sonuçları

Tablo 4. Klasik yöntem varyans analizi tablosu

Tablo 5. GCAA'na ait Tanıtıcı istatistikler ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Tablo 6. Bayesyen yöntem GCAA tanımlayıcı istatistikleri ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Tablo 7. Korelasyon testi sonuçları

Tablo 8. Lineer regresyon sonucu

Tablo 9. Regresyon denklemindeki katsayılar ve önemlilik durumu

Tablo 10. Bayesyen yöntem korelasyon testi sonuçları

Tablo 11. Bayesyen yöntem lineer regresyon sonuçları

Tablo 12. Sonsal olasılıkların regresyon modeli katsayıları

Tablo 13. Yıllara ve illere göre döl verimi sonuçları

Tablo 14. Genel doğrusal model sonuçlarına ait varyans analizi tablosu

Tablo 15. Bayesyen yöntem genel doğrusal model sonuçlarına ait varyans analizi tablosu

Tablo 16. Ana yaşı, cinsiyet ve doğum tipi değişkenleri için GCAA tanıtıcı istatistikleri ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları

ÖZET

T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Hayvan Yetiştiriciliği İstatistiklerinde Bayesyen Yöntem Kullanılması

Zeynep ÖZEL

Danışmanı: Prof. Dr. Mehmet Emin TEKİN

Biyoistatistik Anabilim Dalı

YÜKSEK LİSANS TEZİ / KONYA-2022

Bu çalışmada, Kıl Keçilerine ait veriler kullanılarak yapılan istatistik analizlerde, klasik yöntem ile Bayesyen yöntem arasında fark olup olmadığı, varsa hangi yöntemin daha avantajlı olacağını araştırmak amaçlandı.

Çalışmada, bağımsız gruplar t testi için 2525 tanesi dişi, 2718 tanesi erkek olmak üzere toplam 5243 baş oğlağa ait GCAA verileri, varyans analizi için 4846 baş oğlağın GCAA verileri ana yaşı gruplarına (2 yaş – 9+ yaş) göre, 8 grup karşılaştırılmıştır. Korelasyon ve regresyon analizi için 846 keçiye ait bazı vücut ölçüleri (cudago yüksekliği, vücut uzunluğu, sağrı genişliği, göğüs genişliği, göğüs çevresi, incik çevresi) ile canlı ağırlık değişkenleri kullanılmıştır. Ki-kare testi için 58044 baş keçiye ait döl verimi kayıtları kullanılmış olup bu veriler üzerinden farklı yıllar ve iki bölge karşılaştırması yapılmıştır. Oğlakların GCAA'na etkili faktörlerin belirlenmesine yönelik yapılan genel doğrusal model analizi için 4846 baş oğlağın ana yaşı (2 yaş – 9+ yaş), cinsiyet ve doğum tipi sabit faktör olarak, doğum ağırlığı kovaryet olarak, günlük canlı ağırlık artışı cevap değişkeni olarak modele dahil edilmiştir.

Bağımsız gruplar t testi, Ki-kare testi, korelasyon ve regresyon analizi için yapılan uygulamalarda sonuçlar iki yöntem ile de benzer bulunmuştur. Tek yönlü varyans analizi ve genel doğrusal model analizinde ana yaşı gruplar, arası fark iki yöntemle de aynı bulunmuştur. Ancak farklılığın hangi gruplar arasında olduğu konusunda iki yöntem arasında kısmi farklılıklara ulaşılmıştır.

Sonuç olarak, analiz sonuçlarında karar vermede iki metot arasında bir fark olmaması, her iki metodun da hayvan yetiştiriciliği istatistiklerinde kullanılabileceğini göstermektedir. Bayesyen yöntemin hipotez testleri için varsayımlara ihtiyaç duymaması bir avantaj olarak kabul edilebilse de, çok alışılmış olan klasik yöntemle karşılık Bayesyen yöntem kullanmanın ekstra bir avantajı olmadığı anlaşılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Bayesyen Yöntem; Klasik Yöntem; Kıl Keçileri

SUMMARY
REPUBLIC OF TURKEY
SELÇUK UNIVERSITY
HEALTH SCIENCES INSTITUTE

Using Bayesian Method in Animal Breeding Statistics

Zeynep ÖZEL

Department of Biostatistics

MASTER THESIS / KONYA-2022

In this study, it was aimed to investigate whether there is a difference between the classical method and the Bayesian method in statistical analyzes using the data of Bristle Goats, and if so, which method would be more advantageous.

In the study, GCAA data of a total of 5243 heads of goats, 2525 female and 2718 male, for independent groups t-test, and GCAA data of 4846 goats for analysis of variance, 8 groups were compared according to parent age groups (2 years – 9+ years). For correlation and regression analysis, some body measurements (height at withers, body length, rump width, chest width, chest circumference, shin circumference) and live weight variables of 846 goats were used. For the chi-square test, fertility records of 58044 head goats were used, and a comparison of these data from different years and two regions was made. For the general linear model analysis conducted to determine the factors affecting the GCAA of Capricorns, maternal age (2 years – 9+ years), sex and birth type as fixed factors, birth weight as covariate, and daily live weight gain as response variable of 4846 capricorns were included in the model.

In the applications performed for independent groups t-test, Chi-square test, correlation and regression analysis, the results were found to be similar with both methods. In one-way analysis of variance and general linear model analysis, the difference between parent age groups was found the same in both methods. However, partial differences were found between the two methods in terms of which groups the difference was between.

As a result, there is no difference between the two methods in decision making in the analysis results, indicating that both methods can be used in animal husbandry statistics. Although it can be accepted as an advantage that the Bayesian method does not need assumptions for hypothesis testing, it has been understood that there is no extra advantage to using the Bayesian method over the conventional classical method.

Key words: Bayesian Method; Classical Method; Bristle Goats

1.GİRİŞ

İstatistik biliminin gelişim süreci incelendiğinde, istatistiksel problem çözümünde iki yaklaşımın öne çıktığı görülmektedir. Bu yaklaşımlar Klasik (Frekansçı) yaklaşım ve Bayesyen yaklaşımdır. Birçok kavramın ve konunun kullanılmasında yaklaşımlar birbirlerine alternatif olmuştur. Fakat bu konularda çalışanların tercih etmeleri veya kavraması daha kolay olmasından dolayı Klasik yaklaşımın daha çok kullanılan yöntem olduğu gözlemlenmiştir.

İstatistik çalışmaları ilk olarak P.S. Laplace, C.F. Gauss ve A. de Morgan gibi bilim insanlarının çalışmalarıyla ortaya çıkmış olup, F. Galton, R.A. Fisher, J. Neyman ve E.S. Pearson'un çalışmalarıyla gelişim sürecinde ilerlenmiştir. Bilim insanlarının istatistik alanında katkıda bulunmak istedikleri ve benimsedikleri yaklaşım süreç içerisinde birbirleriyle etkileşim içinde gelişmiştir (Ekici 2005).

Bayesyen yaklaşım İngiliz bir rahip ve matematikçi olan Thomas Bayes (?-1761) tarafından ortaya atılan ancak ölümünden bir süre sonra arkadaşı Richard Price'in yayınladığı "An Essay Towards Solving a Problem in the Doctrine of Chances" - "Şanslar Doktrinde Bir Sorunu Çözmeye Yönelik Bir Deneme" ile ortaya çıkmıştır. Bu deneme ile günümüzde kullanılan Bayes Teoreminin temeli atılmıştır (Stigler 1983).

İstatistiğin gelişim süreci, 1800 ve 1900'lü yıllarda A. Wald, Galton, Pearson ve Neyman'ın çalışmaları incelendiğinde Klasik yaklaşım yöntemi üzerine daha çok çalışıldığı rapor edilmiştir. Klasik yaklaşım üzerine çalışmaları Bayesyen yaklaşımı olumsuz etkilediği sonucu çıkarılmıştır. Bayesyen yaklaşım çok büyük integrasyon hesaplamalar gerektirdiğinden Klasik yaklaşımı benimsemelerinde çok büyük bir etken olduğu bildirilmiştir. Bu iki yaklaşımda kavramların ve yöntemlerin farklı yapıda kurulduğu gözlenmiştir (Gill 2014).

Klasik yaklaşımın gelişmesi ile geri planda kalan Bayesyen yaklaşım 1950'li yılların ortalarından sonra F.P. Ramsey'in "Truth and Probability"- "Gerçeklik ve Olasılık" isimli denemsini yayınlamasıyla tekrar ilgilenilen bir yaklaşım olmuştur. Daha sonraki yıllarda H. Jeffreys, Bayesyen hipotez testini geliştirmiş olup L.J. Savage de matematiksel istatistik kısmında katkıda bulunmasıyla bu süreçte Bayesyen yaklaşıma ilgi artmıştır (Anscombe 1961).

1950 yılından sonra Bayesyen yaklaşımın gelişimi hız kazanmış ve teorik temeli daha detaylı şekilde oluşturulmuştur. Ancak bu yaklaşımda matematiksel adımlarda bazı integral hesaplamaları oldukça zor ve karmaşık yapıda olması nedeni ile problem olmuştur. Daha sonraki süreçte N. Metropolis, W.K. Hastings, P.H. Peskun, A.E. Gelfand, S. Geman, A.F.M. Smith gibi bilim insanlarının çalışmaları ve gelişen bilgisayar teknolojisi ile, karşılaşılan problemler ortadan kalkmıştır. Modern simülasyon teknikleri ile Bayesyen yaklaşım daha uygulanabilir ve açıklanabilir bir konuma gelmiştir (Ekici 2005).

İstatistik bilimi, bilimde bir yöntem olarak ele alınırken farklı düşüncelerden etkilenmiştir. Bilimde mantıksal yöntemler, tümdengelim ve tümevarım şeklinde ele alınmaktadır. İstatistik bilimi, kendi içinde farklı yaklaşımlar ile bilginin oluşum sürecinde bir sonuç çıkararak bilgiyi desteklemeyi amaçlamaktadır. Ancak bilimi, istatistik bu sonuç çıkarma sürecinde çıkarım yapılan bilginin olasılıklı veya determinist bir şekilde olduğunu da belirlemeye çalışmaktadır. İstatistik biliminin gelişim sürecinde bu yaklaşımlar belirginleşerek farklı yöntemlerin oluşmasına sebep olmuştur. Bayesyen yaklaşım tümevarım yöntemini benimserken, Klasik yaklaşım tümdengelim yöntemini benimsemiştir. Bayesyen yaklaşımın Klasik yaklaşıma göre olasılıklı yoruma daha fazla yatkın olduğu raporlanmıştır (Ekici 2005).

Bayesyen yaklaşım, incelenen sınıflandırma problemi için olası sonuç sınıflarını ve farklı sınıfların özelliklerini modelleyen, bir dizi özellik değişkenlerini temsil eden tek bir sınıf değişkeninden oluşan güçlü olasılık modeli olduğu raporlanmıştır (Friedman ve ark 1997). Bayesyen yaklaşımın, veriyi maksimum doğrulukta sınıflandırmak, eşit ağırlıklı duyarlılık ve özgüllüğün maksimum kombinasyonunu elde ettiğini belirtmişlerdir (Van der Gaag ve ark 2009).

Bu çalışmada Kıl Keçilerine ait veriler kullanılarak yapılan istatistik analizlerde kullanılan istatistiksel yöntemler arasında fark olup olmadığı varsa hangi yöntemin daha avantajlı olacağını araştırmak amacı ile klasik yöntem ile Bayesyen yöntem karşılaştırılması amaçlanmıştır.

1.1.Bayesyen ve Klasik Yöntemin Karşılaştırmalı Tanıtılması

Bu bölümde bazı istatistik kavramların Bayesyen istatistik ile Klasik istatistik yaklaşımından farklı değerlendirilmesine ilişkin bilgiler verilmiştir. Aşağıda iki yöntem karşılaştırılarak sunulmuştur.

1.1.1. Belirsizliğin Değerlendirilmesi

Bayesyen yaklaşımda bir öneri, teori veya her türlü belirsizlik olasılık ile ifade edilmektedir. Yaklaşımda bir sonuç çıkarıldığında bu sonuç olasılıkla tanımlanmaktadır. Klasik yaklaşımda bu belirsizliklere deterministik yaklaşılr. Klasik yaklaşımın temelini oluşturan varsayımlar ile hareket edilerek belirsizlik ile açıklanan teori ve öneri frekanslarına göre değerlendirilerek reddedilir veya reddedilemez olduğuna karar verilir. Bayesyen yaklaşım ise bir teoriyi tümünden red veya kabul etmenin bilgi kaybına neden olacağını ifade etmektedir. Bu yaklaşımda belirsizlik için net bir karar vermek yerine, olasılık ile ifade etmenin, bilginin yanıltıcı olmasından kaçınıldığı savunulmaktadır (Lindley 1983).

1.1.2 Olasılık

Bayesyen yaklaşımda bir olayın olasılığı o olaya karşı duyulan inanç derecesi ile denemeler ile elde edilen sonuçların birleştirilmesiyle ulaşılan değerdir. Bu birleştirme işlemi koşullu olasılık ile gerçekleştirilmektedir (Ekici 2005).

Bayesyen yaklaşım denemeler yapıp inanç derecesi ile birleştirerek en yüksek olasılığa (1 olasılığı) yaklaşmayı amaçlamaktadır. Yani kesinliğe en yakın dereceyi belirlemektir. Bu açıdan bakıldığında, Bayesyen olasılık tümevarım yöntemini benimseyerek, doğrulamalar yapıp kesin bilgiye ulaşmaya çalışan bir yöntemdir (Kruschke ve Liddell 2018).

1.1.3 Parametre

Bayesyen istatistikte parametre, bir olasılık dağılımına sahip rasgele değişken gibi ele alınmaktadır. Parametrenin tahmin edicisi için önsel olasılığın dağılımı belirlenerek eldeki sonuç ile birleştirilerek sonsal olasılığın dağılımına ulaşılır. Yani Bayesyen yaklaşımda bütün çıkarsama işlemleri sonsal dağılıma bağlı olarak yapılmaktadır. Klasik yaklaşıma bakıldığında ise parametre bilinmeyen bir sabit

olarak ele alınır ve bir olasılık dağılımına sahip olmadığı düşünülmektedir (Ekici 2005).

1.1.4 Nokta Tahmin

İstatistiğin temelini oluşturan konulardan biri nokta tahminidir. Bayesyen istatistikte parametrenin nokta tahmini sonsal dağılımın ortalamasıdır. Karar teorisi bakımından incelendiğinde; y gözlemler, θ kitle parametresi, $\hat{\theta}$ kitle parametresinin gözlemlerden elde edilen tahmin edicisi ($\hat{\theta} = \hat{\theta}(y)$), sonsal olasılık dağılımı $p(\theta / y)$, kayıp fonksiyonu $L = L(\hat{\theta}, \theta)$, en iyi tahmin ise $EL(\hat{\theta}, \theta) = \int_{-\infty}^{\infty} L(\hat{\theta}, \theta) p(\theta / y) d\theta$ 'dir.

Klasik yaklaşımda en iyi tahmin, denemelerin sonunda elde edilen değer olarak değerlendirilir. Bu değeri en iyi tahmin yapan yansız, etkin ve tutarlı olması gibi durumlar söz konusudur ayrıca parametrenin tahminine olasılık tayin edilmesini kabul etmez.

Nokta tahmin başlığı altında tahminin değerlendirilmesi için kullanılan, Klasik ve Bayesyen yaklaşımda farklı öneme sahip bazı önemli ölçütlere aşağıda değinilmiştir.

Yansızlık

Tahmin edicinin beklenen değerinin, parametre değerine eşit olması demektir: θ kitle parametre, $\hat{\theta}$ kitle parametresinin tahmin edicisi olsun. Eğer tahmin edici yansız ise; $E(\hat{\theta}) = \theta$ 'dır.

Klasik yaklaşımda iyi bir tahmin edici yansızdır. Fakat Bayesyen yaklaşımda tahmin edicinin yansız olmadığı görülüyor. Bu ispat aşağıdaki gibi gösterilebilir;

Y gözlemden elde edilen tahmin, $f(y / \theta)$ gözlemlerin olasılık yoğunluk fonksiyonudur. Klasik yaklaşımda yansızlık $E_{\theta}(Y) = \theta$ şeklinde ifade edilir. Bayesyen yaklaşımda nokta tahmini yani sonsal dağılımın ortalaması

$E_{\theta}(\theta / y) = \int \theta P(\theta / y) d\theta$ 'dır. Sonsal dağılımın yansız olması için aşağıdaki eşitliğin sağlanması gerekmektedir;

$E_{\theta}[E(\theta / Y)] = \int \left[\int \theta P(\theta / y) d\theta \right] f(y / \theta) dy = \theta$. Burada tahmin edici olarak Y yerine, sonsal dağılımın ortalaması konulmuştur.

Y tahmin edicisinin varyansının tanımı dikkate alınarak, sonsal dağılımın beklenen değerinin parametre değerine eşit olma durumuna bakılmaktadır.

Aşağıdaki ifade θ 'ya göre koşullu hale getirilirse;

$$\begin{aligned} E[(Y - \theta)^2] &= E[Y^2 - 2Y\theta + \theta^2] \\ &= E[E((Y^2 - 2Y\theta + \theta^2) / \theta)] \\ &= E[E((Y^2 / \theta) - 2\theta^2 + \theta^2)] \end{aligned}$$

Burada $(E(Y / \theta) = E_{\theta}Y = \theta)$ olduğu varsayılır.

$$\begin{aligned} &= E[E(Y^2 / \theta) - \theta^2] \\ &= E(Y^2) - E(\theta^2). \end{aligned}$$

Aynı şekilde Y'ye göre koşullu hale getirilirse;

$$\begin{aligned} E[(Y - \theta)^2] &= E[E((Y^2 - 2Y\theta + \theta^2) / Y)] \\ &= E(Y^2 - 2Y + E(\theta^2 / Y)) \end{aligned}$$

Burada $E(\theta / Y) = Y$ olduğu varsayılır.

$$= E(\theta^2) - E(Y^2).$$

Her iki eşitlik için yansızlık değerlendirilirse;

$E(\theta^2) = E(Y^2)$ yani $E[(Y - \theta)^2] = 0$ eşitliği sağlanıyor ise, tahmin edici Y , parametreye eşittir. Bunun gerçekleşme olasılığı ise $P(X = \theta) = 1$ 'dir. Burada 1 bu durumun imkânsız olduğunu ifade etmektedir. Sonuç olarak hem $E(Y / \theta) \neq 0$ ifadesi hem de $E(\theta / Y) \neq Y$ ifadesi kabul edilmelidir. Burada görülüyor ki sonsal dağılımın ortalaması yanlıdır. Bayesyen yaklaşımda yansızlık ölçütü önemli olmayan bir değerlendirme ölçütüdür (Casella ve Berger 2002).

Tutarlılık

Örneklem büyüklüğü arttıkça tahmin edilen parametreye bir tahmin edici ne kadar yaklaşma eğiliminde ise bu tahmin edici o kadar tutarlıdır. Klasik yaklaşım için önemli bir kriterdir.

Bayesyen yaklaşımda, tutarlılığın önemli bir ölçüt olup olmadığı konusunda fikir ayrılıkları vardır. Bir görüşe göre, tahmin edicinin tutarsızlığı göz ardı edilebilirken, diğer bir görüşe göre, parametrik Bayesyen analizlerinde tutarlı tahmin edici elde edilir. Ancak parametrik olmayan Bayesyen analizlerinde tutarsız tahmin edicinin dikkate alınması gereken bir husus olduğu tartışılmaktadır.

Bayesyen yaklaşımda, tutarlılık başka bir kavram ile de ifade edilebilir ve kavram tutarlılık olarak aktarılabilecek kavram “coherence”dir. Bu kavram açısından tutarlılık, ilgilenilen belirsiz teorilerin ortaya çıkardığı olasılıkların birbiri ile çelişkiye sahip olmaması düşüncesine dayanmaktadır (Berger 1986).

Yeterlilik

Bilinmeyen θ parametresi için yeterli bir istatistik örneklem içinde parametre hakkındaki bilgileri özetleyen bir istatistiktir. Yani örnekleme içinde parametre hakkında ne kadar bilgi varsa hiçbir bilgi kaybı olmadan özetleyen bir istatistik o parametre için yeterlidir. Klasik ve Bayesyen yaklaşım bu tanımda aynı görüşe sahiptir. Bayesyen yaklaşım için çok önemli bir ölçüttür. Yeterliliği matematiksel olarak açıklarsak, θ parametre, örnek değeri $X = X_1, X_2, \dots, X_n$ iken t 'de, $t = t(X)$, X 'in fonksiyonu yeterli bir istatistik iken;

1) $P(X/t \& \theta) = P(X/t)$ başka bir ifadeyle,

$$\left(f(X_1, X_2, \dots, X_n / t) = \frac{f(X_1, X_2, \dots, X_n, t)}{g(t)} = \frac{f(X_1, X_2, \dots, X_n)}{g(t)} \right)$$

2) $P(\theta/X) = P(\theta/t)$

1) $P(X/t \& \theta) = P(X/t)$; Benzerlik prensibi bakımından, parametre (θ) ne yeterli istatistik (t) veri olduğunda, X 'leri gözlemlemenin olasılığı; sadece yeterli istatistik veri olduğunda X 'leri gözlemlemenin olasılığına eşittir. Yani X 'in koşullu olasılığının dağılımı parametreden bağımsızdır.

2) $P(\theta/X) = P(\theta/t)$; Gözlemler (X) veri olduğunda, parametrenin olasılığı (θ), yeterli istatistik (t) veri olduğundan elde edilen parametre olasılık değerine eşittir.

Yukarıdaki eşitliklere göre Bayes Teoreminde yeterliliğin gösterimi;

$$P(X/\theta \& t) = \frac{P(X/\theta \& t).P(X/t)}{P(\theta/t)}$$

Burada $P(X/\theta \& t)$ olasılığı, $P(\theta/X)$ 'e eşittir. Çünkü t , X 'den hesaplanmıştır.

Teoremde yerine yazılırsa, $P(X/\theta \& t) = \frac{P(\theta/X).P(X/t)}{P(\theta/t)}$ şeklinde olur.

Burada birinci eşitlik kullanılırsa ikinci eşitlik, ikinci eşitlik kullanılırsa birinci eşitliğe ulaşılır. Bu eşitlikler yeterliliğin ispatı olmuş olur (Howson ve Urbach 2006).

Etkinlik

Klasik yaklaşımda, en küçük varyansa sahip, yani olasılık dağılımı dar bir aralıkta yayılan tahmin edici seçilerek etkin olarak nitelendirilir.

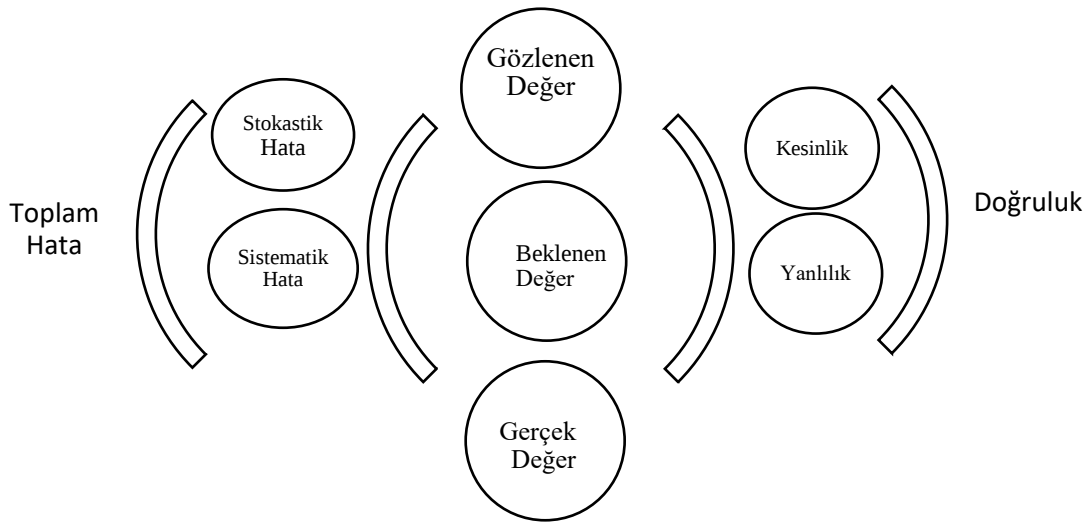
Klasik yaklaşıma göre, Bayesyen tahmin edicinin ortalama hata karesinin söz konusu tahmin edicilerin etkin olmadığını göstermektedir. Önsel dağılım ile hesaplanan parametrenin sonsal dağılımın ortalaması, ortalama hata karesi ölçütüne

göre iyi bir tahmin edici değilken, modu iyi bir tahmin edici olabilmektedir (Box ve Tiao 1992). Ancak Klasik yaklaşım, önsel dağılımın sebep olduğunu belirterek sadece ortalamayı dikkate alıp Bayesyen tahmin edicinin iyi bir tahmin edici olmadığını öne sürmektedir.

Sonsal dağılımın ortalaması, sonsal dağılımın sadece bir ölçüsüdür. Ortalama bazen bilgi veren bir ölçü olurken, bazen de göz ardı edilmesi gereken bir ölçüdür. Bundan dolayı, parametreye ilişkin çıkarsama dağılımın tamamı göz önünde bulundurularak yapılmalıdır.

Kesinlik

Varyans ile ters orantılı bir değerlendirme ölçütüdür. İstatistikte tahmin kriteri olarak ilgilenilen kavramlar ile karşılaştırılarak daha iyi anlatılabilir. Aşağıda görüldüğü gibi kesinlik, hatanın olasılıklı kısmını içeren ve sistematik hatanın yapılmadığı kabul edilerek, gerçek değerden sapmayı ifade eder. Bayesyen yaklaşımda uygulanan bir analizde varyans yerine kesinlik alınarak gerçek değer olasılığı hesaplanır (Ekici 2005).



1.1.5 Güven Aralığı

İstatistik bilminde aralık tahmini temel konulardan biridir. Güven aralıkları Klasik yaklaşımda, belirli değerler arasında bulunarak temsil ettiği kitleyi tanımada, Bayesyen yaklaşımda ise belirli değerler arasında yer alma olasılığının kitleyi tanımlamada yardımcı olan bir tahmin ölçütüdür.

Klasik yaklaşım “güven aralığı” tanımını kullanırken Bayesyen yaklaşım: “Bayesyen aralık”, “Güvenilir aralık” veya “En yüksek sonsal yoğunluk bölgesi veya aralığı” tanımlarını kullanmaktadır.

Güven aralığı farklı tanımlandığı gibi yorumlaması da farklıdır. Bayesyen yaklaşımda, sonsal dağılımın ortalaması için, örneğin 0,95 güven düzeyinde bir güven aralığından bahsediyorsak, bu aralığın sonsal dağılımın ortalamasını içermesi olasılığı yani sonsal dağılımın ortalamasını içereceğine olan inanç derecesi %95’tir.

Bu aralık “En yüksek sonsal yoğunluk aralığı” olarak adlandırılır. Aralığın içindeki her noktanın olasılık yoğunluğu, dışındaki her bir noktadan daha büyüktür. İçereceği olasılık miktarı veri olduğunda, bölge parametre uzayında mümkün olan en küçük hacme sahiptir; aralık ise en dar aralıktır (Box ve Tiao 1992).

1.1.6 Hipotez Testi

İstatistik bilminde kitleyi tanımaya ve anlamaya çalışırken parametrelere ait önermeler elde edilir. Bu önermeler hipotez olarak adlandırılır. Hipotezler, araştırmacının kararını belirlenmesi için bir test aşamasından geçer; hipotez testi aşamasında parametrenin belirtilen bir aralıkta ya da öne sürülen bir değere eşit olup olmadığı test edilir ve kitle hakkında bir bilgi edinilmiş olur.

Klasik yaklaşımda, hipotez testlerinde ilk olarak bir başlangıç varsayımı belirlenerek yokluk hipotezi (H_0) oluşturulur ve bu hipotez alternatif bir hipotez (H_1) ile karşılaştırılır. Daha sonra hipotez red veya kabul edilerek bir karar verilir. Karar verilirken, iki tip hata ortaya çıkmaktadır: birinci tip hata ve ikinci tip hata. Birinci tip hata, H_0 doğru iken reddetme, ikinci tip hata ise H_0 yanlış iken kabul etme şeklinde ifade edilir. Ayrıca testin gücünün (H_0 yanlış iken reddetme olasılığı maksimum ve H_0 ’ı reddederken H_0 ’ın doğru olma olasılığının da minimum olması gerekmektedir (Tekin 2019).

Bayesyen yaklaşım olasılık teorisini daha kapsamlı bir bakış açısıyla ele aldığından dolayı, hipotezlere olasılık tayin eder. Klasik Aristo bakış açısına göre bu değer 0 ya da 1 olması değil, 0 ve 1 aralığında değer alması önemlidir. Yani bir hipotez red veya kabul edilmez, hipotezin sahip olduğuna inanılan olasılığı belirlenir. Bayesyen yaklaşımda sürekli bir dağılıma ilişkin parametrenin “0”a eşit olma olasılığı “0” olduğundan dolayı çift taraflı hipotez testlerinde çok başarılı değildir (Zellner 1983).

Bayesyen yaklaşımda ilk olarak hipotezlerin önsel olasılıkları belirlenerek sonsal olasılıklarına ulaşılır. Karar aşamasında sonsal olasılığı en fazla olan hipotez, en iyi seçimi verecektir. Bayesyen yaklaşımda hipotezlerin sonsal olasılıklarını karşılaştırarak bir karar verildiği için “hipotez testi” yerine “hipotezlerin karşılaştırılması” tabiri benimsenmektedir. H_0 ve H_1 hipotezleri, y gözlem değerlerini, θ ve ϕ parametreleri, θ_0 ve ϕ_0 bu parametrelerin belirli bir değerlerini gösterirken;

$$\frac{P(H_0 / y)}{P(H_1 / y)} \propto \frac{P(H_0)}{P(H_1)} \times \frac{P(y / \theta = \theta_0)}{P(y / \phi = \phi_0)}$$

eşitliğine göre değerlendirme yapılır.

Klasik ve Bayesyen yaklaşımda, hipotezlere ilişkin karar verme süreci birbirinden tamamen farklı yapılmaktadır. Bayesyen yaklaşımın kesinliğe ulaşma hedefi, hipotezlere olasılık tayin ederek denemelerin tekrarlanması sonucunda en yüksek olasılığa sahip hipotezi seçmesi tümevarım yöntemi ile paralellik göstermektedir. Klasik yaklaşım, reddedilmesi istenen hipotezi belirleyerek, tekrar edilen denemeler ile hipotezi reddetmeye yönelik karar verme seçimi tümdengelim yöntemi ile paralellik göstermektedir. Bayesyen yöntem hipotez testi sonucunda hipotezlere ilişkin karar Tablo 1’deki gibi verilmektedir.

Tablo 1. Bayes Faktör karar tablosu (Jeffreys 1998)

Bayes Faktör	Kanıt Kategorisi
>100	H_1 için aşırı kanıt
$30 - 100$	H_1 için çok güçlü kanıt
$10 - 30$	H_1 için güçlü kanıtlar
$3 - 10$	H_1 için orta düzeyde kanıt
$1 - 3$	H_1 için düşük düzeyde kanıt
1	Kanıt yok
$1 - 1/3$	H_0 için düşük düzeyde kanıt
$1/3 - 1/10$	H_0 için orta düzeyde kanıt
$1/10 - 1/30$	H_0 için güçlü kanıtlar
$1/30 - 1/100$	H_0 için çok güçlü kanıt
$<1/100$	H_0 için aşırı kanıt

1.2. Bayes Teoremi

Koşullu olasılığın tanımından, Bayes Teoremi açıklanabilir. A ve B, örneklem uzayı üzerinde tanımlanmış iki olay olsun, B olayı bilindiğinde A olayının gerçekleşmesi olasılığı, yani koşullu olasılığı;

$$P(A|B) = \frac{P(A \cap B)}{P(B)},$$

Burada $P(B) > 0$ 'dır.

Aynı eşitlik A olayı bilindiğinde B olayının gerçekleşmesi durumunda da sağlanacaktır.

$$P(A|B)P(B) = P(A \cap B) = P(B|A)P(A)$$

Bu eşitlikte sonuç genişleterek ifade edilirse, $(A_1, A_2, \dots, A_k)$ aynı anda gerçekleşmesi mümkün olmayan –ayrık- olaylardan oluşan bir örneklem uzayı olsun.

B örneklem uzayında bir olay olsun. Buna göre B bilindiğinde herhangi bir A_i olayının gerçekleşmesi olasılığı;

$$P(A_i \setminus B) = \frac{P(A_i)P(B \setminus A_i)}{P(B)}$$

$P(B)$ 'nin marjinal dağılımı aşağıdaki gibi yazılabilir;

$$P(B) = P(A_1)P(B \setminus A_1) + \dots + P(A_k)P(B \setminus A_k) = \sum_{j=1}^k P(A_j)P(B \setminus A_j)$$

Eşitlik düzenlenir ise;

$$P(A_i \setminus B) = \frac{P(A_i)P(B \setminus A_i)}{\sum_{j=1}^k P(A_j)P(B \setminus A_j)}, \quad (i = 1, 2, \dots, k)$$

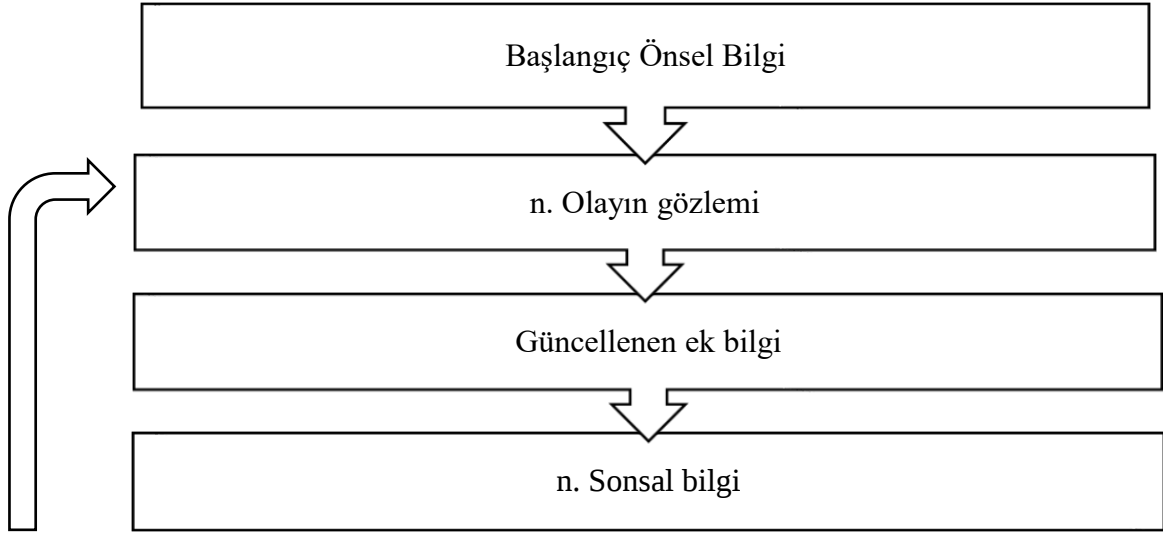
Elde edilir. Bu eşitlik Bayes Teoremini ifade eder (Barnard ve Bayes 1958).

Teorem, önsel olasılıkların bilinen olay ile elde edilen bilgilerle güncellendiğini ifade eder. Bu teoremin uygulanabilmesi için önsel olasılık değeri olan $P(B)$ değerlerini bilmek gerekir.

1.2.1 Bayesyen Bilgi Güncelleme

Bayesyen istatistiği diğer yaklaşımlardan ayıran en önemli özellik, benzer çalışmalardan elde edilmiş ya da uzman görüşlerini içeren bilginin analize katılabileceği düşüncesidir.

Bayesyen yaklaşım, süreçle ilgili önsel bilgiyi ve veriden elde edilen ek bilgiyi kullanarak her iki bilgi kaynağını da Bayes teoremi yardımı ile birleştirmektedir.



Şekil 1. Bayesyen Bilgi Güncellemesi Akış Şeması (Güner 2014)

Analiz süreci, Şekil 1’deki gibi adım adım olarak uygulanmaktadır. $n=1,2,3,\dots$ olmak üzere n . adımda elde edilen sonsal bilgi, $(n+1)$. adımda önsel bilgi olarak analize dahil edilir. Bayesyen istatistikte bilgi güncelleme sürecinde, tahmin edicilerin bilgileri olasılık dağılımları kullanılarak matematiksel olarak ifade edilir.

1.2.2. Önsel Dağılım

Önsel dağılım, bir konu ile ilgili çalışma yapılırken daha önce yapılan araştırmalar, denemeler ve konunun uzmanı tarafından elde edilmiş bilginin dağılımıdır. Bayesyen yaklaşımın en önemli noktası önsel dağılımın belirlenmesidir. İlk olarak çıkarım yapılmak istenen tesadüfi değişkenler ve belirsiz nicelikler ile ilgili bilgiler olasılık olarak ifade edilmeli daha sonra Bayes Teoremi ile uygulanmalıdır (Gasım 2013).

Önsel olasılıklar araştırmacının ilk bilgisini yansıtmalıdır. Önsel bilginin çok az olması veya hiç olmaması durumunda, olasılıklar bilinen herhangi bir bilgiye dayandırılabilir. Önsel dağılımın seçimi sübjektif olduğu için önsel olasılığın da sübjektif olasılık olduğu varsayılmaktadır. Sübjektif olasılık ise karar veren araştırmacının o konu ile ilgili inanç derecesini yansıtmaktadır (Saçıld 2011).

Önsel dağılım ile ilgili herhangi bir önsel bilgi olmadan problemi ele almak çok az karşılaşılan bir durumdur ve bu gibi durumlarda dahi çok küçük önsel bilgiyi destekleyecek şekilde önsel olasılık dağılımları bulunmaktadır. Önsel olasılık dağılımı şeklinde olmasa da çalışma yapılan konu ile ilgili araştırmacı önsel bilgiye sahip olabilmektedir (Gill 2014).

Tanım aralığının toplamı veya integrali 1'e eşit ise, önsel dağılıma belirli önsel dağılım, sonsuza eşit ise, belirsiz önsel dağılım denilmektedir (Greenberg 2012).

Geçmişe dayalı bilimsel bilgi Bayesyen çıkarımda önemli bir role sahiptir. Parametreye ait önsel bilginin, araştıracının tecrübesine, uzman görüşüne ve geçmiş çalışmalar ile elde ettiği önsel dağılıma bilgi içeren önsel dağılım denilmektedir (Saçıldı 2011).

Parametreye ait önsel bilginin çok az olduğu ve kullanılan veriden elde edilen bilgi dışında bilgiye ihtiyaç duyulmadığı önsel dağılıma bilgi içermeyen önsel dağılım denilmektedir. Bu önsel dağılım kullanıldığında, Bayesyen yaklaşım ve klasik yaklaşım ile elde edilen tahminler arasında önemli bir farklılık olmadığı söylenebilmektedir. Bilgi içermeyen önsel dağılımlar, bilinmeyen parametre üzerinde çok az açıklayıcı güce sahip önsel olasılıklardır (Greenberg 2012; Güner 2014).

Bilgi vermeyen önsel olasılıklardan biri Düzgün önsel dağılımdır. Düzgün önsel dağılım, parametrenin sınırlandırılmış olduğu durumlarda belirlenmesi daha kolay olan bir dağılımdır (Saçıldı 2011).

1.3.Veteriner Hekimlikte veya Hayvan Yetiştiriciliğinde Bayesyen Yaklaşımlar

Bayesyen yöntem, bir konu hakkında uzman görüşü veya daha önceki çalışmalardan elde edilmiş bilgileri önsel bilgi olarak kullanarak o olayın sonsal olasılığını hesaplamaktadır. Daha sonra bu konu ile ilgili çalışma tekrarlanmak istendiğinde, önceki çalışmadan elde edilen sonsal olasılıkları önsel olasılık olarak kullanıp bilgiyi güncel tutmayı amaçlamaktadır. Veteriner Hekimlik veya hayvan yetiştiriciliği verilerinde ise Klasik yaklaşıma yakın sonuç vermesi, daha dar güven aralığı, düşük standart hata gibi sonuçlardan dolayı alternatif olmaktadır.

Veteriner Hekimlikte Bayesyen istatistiğin kullanılabilirliği incelendiğinde, uzman veteriner hekim görüşü ve literatür taraması ile elde edilen önsel bilgiler kullanılarak uygulamaların yapılabilirliği düşünülmektedir. Yapılan literatür taramasına göre, Türkiye'de, Veteriner Hekimlikte, klinik alanında Bayesyen istatistik uygulamasına rastlanılmamıştır. Ancak Ziraat Fakültelerinde hayvan verileri üzerinde uygulanmış, Bayesyen yöntem kullanılan çalışmalar vardır. Veteriner Hekimliğin

hayvan ıslahı, genetik, zootekni gibi konuları ile ilgili çalışmalarda Bayesyen yöntemin kullanıldığı gözlenmiştir. Aşağıda bu çalışmalardan bilgi verilmiştir.

Tatlıyer (2018) çalışmasında 1917 anadan olan, 2013, 2014, 2015 ve 2016 yıllarında doğan 4971 kuzuya ait verim kayıtlarından oluşan veri setinde çalışma yapılmıştır. Çalışmada, yıl/mevsim faktörü dört seviyeli, doğum tipi faktörü tekiz ve ikiz olarak iki seviyeli, cinsiyet faktörü erkek ve dişi olarak iki seviyeli, iki yaş - yedi yaş arası analardan oluşmuş ana yaşı faktörü altı seviyeli ve içerisinde bulunan yavru sayısına göre ölçeklendirilmiş işletme faktörü ise on iki seviyelidir. Hem klasik yaklaşımla, En Çok Olabilirlik (REML), hem de Bayesyen yaklaşımla, Gibbs yöntemi ile genetik parametre tahmini yapılmıştır. Sabit etki olarak tanımlanan yıl/doğum mevsimi, doğum tipi, cinsiyet, ana yaşı ve işletme büyüklüğü, doğum ağırlığı özelliği için çok önemli bulunurken; bu sabit etkilerden sadece doğum şekli, sütten kesim ağırlığı ve günlük canlı ağırlık artışı özelliği için her iki yöntem ile önemsiz bulunduğu belirtilmiştir. Çalışma sonucunda Bayesyen yaklaşım ile elde edilen sonuçların Klasik yaklaşımla aynı yönde karar vermesinden dolayı uyumlu sonuçlar verdiği bildirilmiştir. Bu sonuçlar doğrultusunda genetik parametre tahmini için Bayesyen yaklaşımın uygun olduğu raporlanmıştır.

Su ürünleri için yüksek öneme sahip olan ve bununla ilişkili olarak balıkların büyüme parametre tahmini yapılmış olan çalışma incelendiğinde; üç balık türüne ait büyüme parametreleri Klasik yaklaşım ve Bayesyen yaklaşım ile tahmin edildiği bildirilmiştir. Tahmin edilen parametrelerin stok tahmin ve ekosistem modellemelerinde su ürünleri için yüksek öneme sahip olan konular olduğu belirtilmiştir. Uygulama sonucu olarak parametreler arası korelasyon, biyolojik olarak daha gerçekçi tahmin ile Bayesyen yaklaşımın büyüme parametreleri tahmini için avantajlı bir yöntem olduğu kanaatine ulaşılmıştır (Gündoğdu 2016).

İlk olarak Elberts ve ark (2002) tarafından 1997/1998 yıllarında klasik tanı kuralına göre daha sonraki yıllarda aynı veriler üzerinde Geenen ve ark (2011)'nin yapmış oldukları çalışmada Bayesyen yöntemine göre yapmış oldukları sonuçlar incelenmiştir. Çalışma klasik domuz ateşi enfekte ve enfekte olmamış domuz sürüleri arasında ayırım yapmak için özellik değişkenleri sırasıyla siyanoz, ataksi ve konjonktivitinin klinik belirtileri tanımlamaktadır ve bu değişkenler “var” ve “yok” olmak üzere iki değerden oluşmakta olup sürüyü, enfekte ve enfekte olmamış olarak

klasik domuz ateşi modeliyle sınıflandırmak için, gözlemlenen belirtiler ve bu belirtileri tanımlayan özellik değişkenleri değer olarak modele konulmuşlardır. Örnek olarak, iki pozitif ve bir negatif değer (mesela; siyanoz ile konjonktivit pozitif, ataksin negatif) olduğu bir sürüde uygun özellik değişkenleri modele girilmiştir. Bayesyen istatistiğin, iyi bir sınıflandırma performansına sahip olma ve varsayımın sahip olmadığı sınıflandırma problemleri için bile daha karmaşık modellere göre iyi performans gösterme eğiliminde olduğu sonucuna ulaşıldığı raporlanmıştır. Araştırmanın klinik teşhisin zor olduğu hastalıklar için olasılıksal yöntemler kullanılarak veteriner hekime yardımcı olmasından dolayı ikinci uygulamada Bayesyen yöntem ile analiz edildiği raporlanmıştır. 1997/1998 yıllarında klasik tanı kuralına göre %63 doğru sınıflandırdığını, daha sonra Bayesyen yöntemle göre %67-70 doğruluk sergileyerek sınıflandırma yaptığını belirtmişlerdir. Klasik domuz ateşi teşhisi için Bayesyen yaklaşımın tanı belirlemede daha yüksek performansa sahip olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Uygulanmış bu çalışma sonucuna göre, klasik domuz ateşi klinik tanısı için daha önce yayınlanmış olan tanı kuralına göre yakın ve daha iyi performans göstermesinden dolayı, Bayesyen yaklaşımın veteriner hekimlikteki tanı sorunlarını modellemek için kullanılabilir bir yöntem olduğunu önermişlerdir.

Firat ve ark. (2016) yaptıkları çalışmada, 499 Japon bıldırcınına ait haftalık kaydedilen vücut ağırlığı ölçümlerinin ortalamalarını kullanmışlar. Japon bıldırcınlarında büyüme eğrisi verileri için doğrusal olmayan modellerin klasik analizine bir alternatif olarak Bayes yaklaşımında da uygulama yapmışlardır. Doğrusal olmayan modeller için iki yöntemle de Gompertz, Richards ve Logistic modelleri üzerinde çalışmışlardır. Çalışma sonucunda klasik yöntem için Gompertz fonksiyonu model seçim kriterleri açısından en uygun olduğu, bunu sırası ile Richards ve Lojistik fonksiyonlarının takip ettiği; Bayesyen yöntemde ise Gompertz ve Richards modellerinin veriler için Lojistik modelden daha iyi uyduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Çalışmalar incelendiğinde; klasik yaklaşıma çok yakın sonuçlar vermesi, daha küçük güven aralığına sahip olması ve çıkarım yapmak için örneklem büyüklüğünde bir kısıt olmaması, küçük örneklerle de geçerli çıkarım yapılmasından dolayı hayvan verileri üzerinde Bayesyen istatistiğin kullanılabilirliği raporlanmıştır (Gündoğdu 2016; Tatlıyer 2018).

2.GEREÇ VE YÖNTEM

2.1 Gereç

Bu çalışmadaki veriler, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü'nün (TAGEM), Halk Elinde Ülkesel Hayvan Islahı ana projesinin, Yürütücülüğünü Prof. Dr. Mehmet Emin Tekin'in yaptığı, Konya ve Karaman illeri Kıl Keçisi Islahı alt projelerinden alınmıştır (Tekin ve Ark 2017, Tekin ve Ark 2019, Tekin ve Ark 2020). Kıl Keçilerine ait veriler kullanılarak yapılan istatistik analizlerde klasik yöntem ile Bayesyen yöntem karşılaştırması yapılmıştır. Bu istatistiklerden bağımsız iki grubun ortalamalarının karşılaştırılması testi için oğlakların günlük canlı ağırlık artışı (GCAA) verileri, cinsiyet grupları karşılaştırılarak kullanılmıştır. İki den fazla bağımsız grubun ortalamalarının karşılaştırılması için yine günlük canlı ağırlık artışı verileri, ana yaşları karşılaştırması yapılarak kullanılmıştır. Korelasyon ve regresyon için keçilerin değişik vücut ölçüleri ile canlı ağırlık verileri kullanılmıştır. Ki kare testi için keçilerin döl verimi verileri kullanılmıştır. GCAA'na etkili faktörlerin belirlenmesine yönelik yapılan Genel Doğrusal Model analizleri için doğum ağırlığı ve günlük canlı ağırlık artışı verileri kullanılmıştır. Veriler önce klasik yöntemle analiz edilmiş sonra Bayesyen yöntemle analiz edilmiştir.

Uygulamada, sözü edilen verilere uygun şekilde bağımsız iki grubun ortalamalarının karşılaştırılması, İki den fazla bağımsız grubun ortalamalarının karşılaştırılması, Genel Doğrusal Model, Korelasyon ve Regresyon, Ki-Kare Testi, JASP (Versiyon 0.14) istatistik paket programında Klasik yaklaşıma ve Bayesyen yaklaşıma göre uygulanarak karşılaştırılmıştır.

Tez projesi için, Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Deney Hayvanları Üretim ve Araştırma Merkezi Etik Kurulu'ndan (SÜVDAMEK), 23.03.2021 gün ve 2021/36 sayılı karar ile izin alınmıştır. Etik Kurul onayına Ek-A'da yer verilmiştir.

2.2 Yöntem

Çalışmada, bağımsız gruplar t testi için 2525 tanesi dişi, 2718 tanesi erkek olmak üzere toplam 5243 baş oğlağa ait GCAA verileri kullanılmıştır. Bağımsız gruplar t testi ile cinsiyete göre oğlakların günlük canlı ağırlık artışlarında bir fark olup olmadığı, önce klasik yöntemle sonra Bayesyen yöntemle tespit edilmiştir.

Tek yönlü varyans analizi için 4846 baş oğlağın GCAA verileri ana yaşı gruplarına (2 yaş – 9+ yaş) göre, 8 grup ortalaması karşılaştırılmıştır. Tek yönlü varyans analizi sonunda gruplar arası fark önemli çıkmışsa, farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu bulmak için klasik yöntemde Tukey çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. Bayesyen yöntem çoklu karşılaştırması için Tukey benzeri bir test olmamakla birlikte, Bayesyen yöntemde de ikişerli karşılaştırma yapılmıştır. Bayesyen yöntem ikişerli karşılaştırma için özel bir test kullanmamaktadır, Bayes Faktör elde edilerek iki gruplar arasındaki fark durumuna ulaşmaktadır.

Korelasyon ve regresyon analizi için 846 keçiye ait bazı vücut ölçüleri (cığa yüksekliği, vücut uzunluğu, sağrı genişliği, göğüs genişliği, göğüs çevresi, incik çevresi) ile canlı ağırlık değişkenleri kullanılmıştır. Regresyon analizinde, vücut ölçüleri ile canlı ağırlığın ne oranda belirlenebileceğini öğrenmek için canlı ağırlık y bağımlı değişkeni vücut ölçüleri x bağımsız değişkenleri olarak model oluşturulmuştur.

Ki-kare testi için 58044 baş keçiye ait döl verimi kayıtları kullanılmış olup bu veriler üzerinden farklı yıllar ve iki bölge karşılaştırması yapılmıştır. Gruplar arasında fark olup olmadığı önce klasik yöntemle sonra Bayesyen yöntemle tespit edilmiştir.

Oğlakların GCAA'na etkili faktörlerin belirlenmesine yönelik yapılan genel doğrusal model analizi için 4846 baş oğlağın ana yaşı (2 yaş – 9+ yaş), cinsiyet ve doğum tipi sabit faktör olarak, doğum ağırlığı kovaryet olarak, günlük canlı ağırlık artışı cevap değişkeni olarak modele dahil edilmiştir. Ana yaşı faktöründe farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu bulmak için klasik yöntemde Tukey çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır.

Klasik yöntem uygulamaları sonucunda değerlendirmede p değeri dikkate alınmıştır, burada p değeri 0.05'ten küçük olduğu durumlarda, gruplar arası fark istatistiksel olarak önemli kabul edilmiştir. Sonuçlar, gruplardaki veri sayıları (n), ortalama, standard sapma ve test istatistikleri şeklinde tablo edilerek sunulmuştur.

Bayesyen yöntem uygulamasında ise, değerlendirmeler BF (Bayes Faktör) ile yapılmıştır. Bayes Faktör değerlendirilirken Tablo 1'deki karar tablosu dikkate alınmıştır. Ayrıca t testleri için Bayes Faktör önsel ve sonsal dağılım grafiği ve Bayes faktör sağlamlık kontrol grafiği kullanılarak sonuçlar incelenmiştir. Bayes Faktör

önsel ve sonsal dağılım grafiğinde sonsal dağılımın medyan etrafındaki güven aralığının 0'ı içerme durumuna göre, Bayes faktör sağlamlık kontrol grafiğinde ise “user prior” noktasındaki BF değeri ve grafiğin yönüne göre karar verilmiştir.



3.BULGULAR

Çalışmada, Kıl Keçilerine ait veriler kullanılarak yapılan istatistik analizlerde klasik yöntem ile Bayesyen yöntem karşılaştırması yapılmıştır. Bu istatistiklerden bağımsız gruplar t testi için oğlakların günlük canlı ağırlık artışı (GCAA) verileri cinsiyet grupları karşılaştırılarak kullanılmıştır. Tek yönlü varyans analizi için yine günlük canlı ağırlık artışı verileri ana yaşları karşılaştırması yapılarak kullanılmıştır. Korelasyon ve regresyon için keçilerin değişik vücut ölçüleri ile canlı ağırlık verileri kullanılmıştır. Ki kare testi için keçilerin döl verimi verileri kullanılmıştır. GCAA'na etkili faktörlerin belirlenmesine yönelik yapılan Genel Doğrusal Model analizleri için doğum ağırlığı ve günlük canlı ağırlık artışı verileri kullanılmıştır. Veriler önce klasik yöntemle analiz edilmiş sonra Bayesyen yöntemle analiz edilmiştir. İki yöntemin karşılaştırılması sonuçların değerlendirilmesindeki olası farklılıklara dikkat edilmiştir.

1- Bağımsız Gruplar T Testi

Bağımsız gruplar t testi için 2525 tanesi dişi, 2718 tanesi erkek olmak üzere toplam 5243 baş oğlağa ait GCAA verileri kullanılmıştır. Bağımsız gruplar t testi ile cinsiyete göre oğlakların günlük canlı ağırlık artışlarında bir fark olup olmadığı, önce klasik yöntemle sonra Bayesyen yöntemle tespit edilmiştir. Klasik yöntemle elde edilen sonuçlar Tablo 2'de, Bayesyen yöntemle elde edilen sonuçlar Tablo 3'te verilmiştir.

Hipotezler:

H_0 : GCAA bakımından cinsiyet grupları arasında fark yoktur.

H_1 : GCAA bakımından cinsiyet grupları arasında fark vardır.

Tablo 2. Cinsiyete göre GCAA klasik yöntem t testi sonuçları

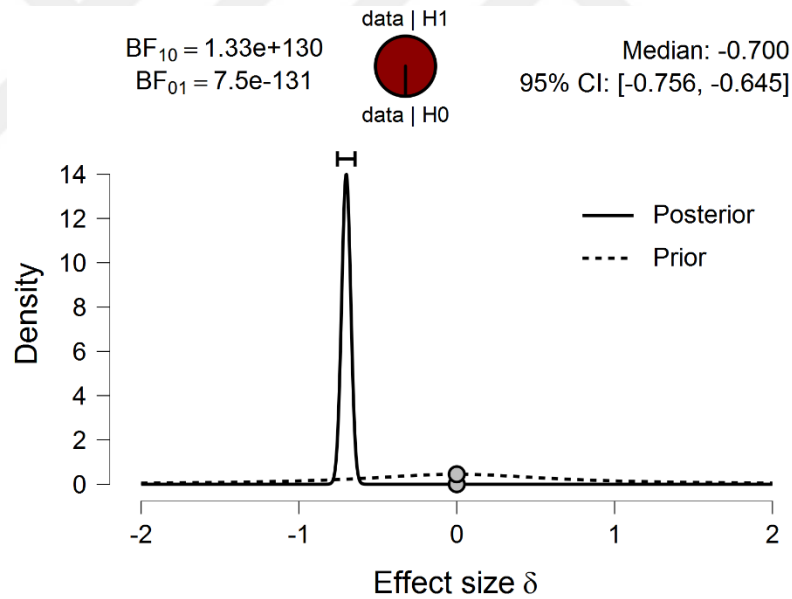
Gruplar	n	Ortalama	SS
Dişi	2525	159.97	43.03
Erkek	2718	194.59	54.56
P	< 0.001		

Tablo 2 incelendiğinde, cinsiyet faktörünün önemli etkiye sahip olduğu, cinsiyet grupları arasındaki farkın önemli ($P < 0.001$) olduğu ve erkeklerin GCAA'nın dişilere göre daha yüksek olduğu görülmektedir.

Tablo 3. Cinsiyete göre GCAA Bayesyen yöntem t testi sonuçları

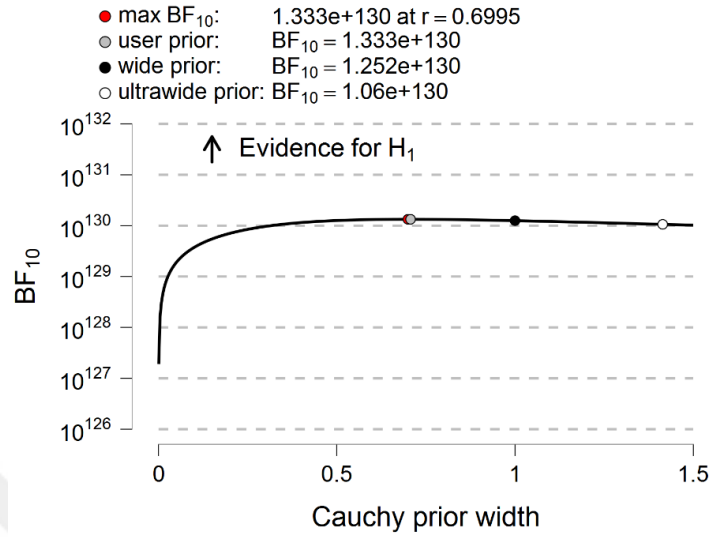
BF_{10}	hata %
1.33×10^{130}	3.80×10^{-134}

Bayesyen yöntem sonuçları BF_{10} kriterine göre değerlendirilmektedir. Tablo 3'e göre, $BF_{10}=1.33 \times 10^{130}$ çıkmış olup bu değer 100'den çok çok büyük olduğu için H_1 lehine aşırı kanıt vardır sonucu çıkmaktadır. Yani, GCAA bakımından cinsiyet grupları arasında fark vardır. BF_{10} değeri, iki hipotez arasındaki koşullu olasılığı değerlendirir. BF_{10} 'da bulunan "10" H_1 hipotezinin koşullu olasılığının H_0 hipotezinin koşullu olasılığına oranlandığını ifade etmektedir (Yani görünen rakam 10 değil 1 ve 0 olarak okunmalıdır; BF bir sıfır). Tablo 1'de verildiği üzere, BF_{10} için değişik değerlendirme düzeyleri vardır ve bunlardan birisi de 100 değeridir. BF_{10} 'ın 100'den büyük olması H_1 lehine aşırı düzeyde kanıt anlamına gelmektedir.

**Şekil 2.** Bayesyen Bağımsız Gruplar t Testi Önsel ve Sonsal Dağılım Grafiği

Şekil 2'de verilen grafikte, önsel (prior) çizgisi veriye ait önsel olasılıkların dağılımını, sonsal (posterior) çizgisi ise verinin güncellenmiş olasılık dağılımını göstermektedir. İki grafiğin üzerinde bulunan yatay çizgi, medyan etrafındaki %95 güven aralığını göstermektedir. Bu aralık 0'ı içeriyorsa H_0 lehine, içermiyorsa H_1 lehine kanıt vardır. Şekil 2'ye göre %95 güven aralığı -0.756 - -0.645 olup 0'ı

içermediğinden H_1 lehine kanıt var anlamına gelir. Yani, günlük canlı ağırlık artışı bakımından cinsiyet grupları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir.



Şekil 3. Bayesyen Bağımsız İki Grubun Ortalamalarının Karşılaştırılması Bayes Faktör Sağlamlık Kontrol Grafiği

Şekil 3'te verilen grafik üzerindeki ok yukarı doğru olduğu için H_1 lehine kanıt var demektir. Yani, günlük canlı ağırlık artışı bakımından cinsiyet grupları arasında fark vardır. Bu grafikte Bayes faktör sağlamlık kontrolü yapılmaktadır. Burada amaç, önsel dağılımın farklı genişlikleri için BF_{10} değerini hesaplayıp Bayes faktör kanıt düzeylerini göstermektir. Önsel dağılım genişliği 0 ile 1.5 arasında değer almaktadır. Grafikteki “user prior” noktası 0.707, “wide prior” noktası 1 ve “ultrawide prior” noktası 1.5 değerlerinde verinin önsel dağılımına ait Bayes faktör değerlerini göstermektedir. Buradaki “max BF_{10} ” noktasında $r=0.6995$ değeri $BF_{10}=1.333 \times 10^{130}$ 'da iken H_0 'ın lehine %69.95 kanıt olduğunu ifade etmektedir. Bu grafikte “max BF_{10} ” ve “user prior” noktaları en uygun sonuç değerlerini verdiği için dolaylı bu noktalardaki BF_{10} değerleri dikkate alındığında $BF_{10}=1.333 \times 10^{130} > 100$ olduğundan dolaylı H_1 için aşırı düzeyde kanıt vardır. Ayrıca grafiğin yönünün aşağıya doğru olması H_0 'ın lehine, yukarıya doğru olması H_1 'in lehine olduğunu göstermektedir.

Sonuç olarak her iki yöntem ile de H_0 hipotezi reddedilmekte ve GCAA'na cinsiyet faktörü etkilidir kararı çıkmaktadır.

2- Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA)

Çalışmada 4846 baş oğlağın GCAA verileri ana yaşı gruplarına (2 yaş – 9+ yaş) göre karşılaştırılmıştır. Burada GCAA bakımından ana yaşı grupları arasında bir fark olup olmadığı araştırılmıştır. Farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu bulmak için klasik yöntemde Tukey çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. Bayesyen yöntem çoklu karşılaştırması için Tukey benzeri bir test olmamakla birlikte Bayesyen yöntem ikişerli karşılaştırmayı da yapmaktadır. Her iki yöntemle yapılan ikişerli karşılaştırma sonuçlarına göre farklı gruplar harflendirilerek tabloda belirtilmiştir. Klasik yöntemle elde edilen sonuçlara ait varyans analizi tablosu Tablo 4’te tanıtıcı istatistikler Tablo 5’te, Bayesyen yöntemle elde edilen sonuçlar Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 4. Klasik yöntem varyans analizi tablosu

	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	P
Ana Yaşı	87511	7	12501.55	7.24	<0.001
Artıklar	8354676	4838	1726.89		
Toplam	8442187	4845			

Tablo 5. GCAA’na ait Tanıtıcı istatistikler ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Ana Yaşı	Ortalama	SS	n
2 Yaş	165.35 ^{ab}	41.19	606
3 Yaş	164.96 ^{ab}	41.60	1131
4 Yaş	171.61 ^{bc}	41.48	950
5 Yaş	163.91 ^{ab}	40.46	937
6 Yaş	180.24 ^c	42.79	253
7 Yaş	164.56 ^{ab}	41.11	512
8 Yaş	160.46 ^a	49.49	110
9 ve üzeri yaş	167.03 ^{ab}	42.18	347
p	< 0.001		

a, b, c: Aynı sütunda farklı harf taşıyan ortalamalar arası fark önemlidir (p<0.05).

Tablo 4 incelendiğinde, ana yaşı faktörünün etkili olduğu, yani canlı ağırlık artışı bakımından ana yaşı grupları arasındaki farkın önemli olduğu anlaşılmaktadır. Tablo 5’e göre günlük canlı ağırlık artışı, 4 ve 6 yaşlarda daha yüksek, 2, 3 ve 8 yaşlarda daha düşük değere sahiptir. Bu değerlere göre genç ve yaşlı keçilere ait oğlakların daha yavaş büyüdüğü, orta yaşa sahip keçilere ait oğlakların ise daha hızlı büyüdüğü sonucuna varılmaktadır.

Tablo 6. Bayesyen yöntem GCAA tanıtıcı istatistikleri ve çoklu karşılaştırma sonuçları

Ana Yaşı	Ortalama	SS
2 Yaş	165.35 ^a	41.19
3 Yaş	164.96 ^a	41.60
4 Yaş	171.61 ^b	41.48
5 Yaş	163.91 ^a	40.46
6 Yaş	180.24 ^c	42.79
7 Yaş	164.56 ^a	41.11
8 Yaş	160.46 ^a	49.49
9 ve üzeri yaş	167.03 ^{ab}	42.18
BF_{10}	29081.57	

a, b, c: Aynı sütunda farklı harf taşıyan ortalamalar arası fark önemlidir

Tablo 6'ya bakıldığında $BF_{10}=29081.57$ olduğu görülmektedir. Bu değer 100'den büyük olduğundan dolayı H_1 için aşırı kanıt vardır. Diğer bir deyişle, H_0 'a karşı 29081.57 defa H_1 'in lehine kanıt vardır. Yani, GCAA bakımında ana yaşı grupları arasında fark vardır. Farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu bulmak için çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. Bu test ile olası tüm grupları ikişerli olarak karşılaştırıp, genel karşılaştırmada olduğu gibi burada da Bayes faktör değeri elde edilir. Daha sonra bu değere göre gruplar arasında fark olup olmadığı değerlendirilir. GCAA, 6 yaşta daha yüksek, 2, 3, 5, 7 ve 8 yaşlarda daha düşük değere sahiptir. Bu değerlere göre, yine klasik yöntemle yapılan Tukey karşılaştırmasına benzer şekilde, genç ve yaşlı keçilere ait oğlakların daha yavaş büyüdüğü, orta yaşa sahip keçilere ait oğlakların ise daha hızlı büyüdüğü sonucuna ulaşılmaktadır.

Tek yönlü varyans analizi sonuçlarına göre iki yöntemle de günlük canlı ağırlık artışı bakımından ana yaşı grupları arasında fark olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ana yaşı grupları arasındaki farkı gösteren harflendirmelere bakıldığında yöntemler arasında kısmi fark görülmektedir. Ancak karar aşamasında iki yöntemle de genç ve yaşlı keçilere ait oğlakların daha yavaş büyüdüğü, orta yaşa sahip keçilere ait oğlakların ise daha hızlı büyüdüğü sonucuna varıldığı için bu fark önemsenecek bir durum değildir. Yani iki yöntemle de aynı karar verilmektedir.

3-Korelasyon ve Regresyon

Korelasyon ve regresyon analizi için 846 keçiye ait bazı vücut ölçüleri (cidago yüksekliği, vücut uzunluğu, sağrı genişliği, göğüs genişliği, göğüs çevresi, incik çevresi) ile canlı ağırlık değişkenleri kullanılmıştır. Regresyon analizinde, vücut ölçüleri ile canlı ağırlığın ne oranda belirlenebileceğini öğrenmek için canlı ağırlık y değişkeni vücut ölçüleri x değişkenleri olarak model oluşturulmuştur. Klasik yöntemle elde edilen korelasyon analizi sonuçları Tablo 7’de regresyon analizi sonuçları Tablo 8 ve 9’da verilmiştir.

Tablo 7. Korelasyon testi sonuçları

		Cidago Yüksekliği	Vücut Uzunluğu	Sağrı Genişliği	Göğüs Genişliği	Göğüs Çevresi	İncik Çevresi
Vücut Uzunluğu	r	0.56					
	p	<0.001					
Sağrı Genişliği	r	0.03	0.06				
	p	0.36	0.06				
Göğüs Genişliği	r	0.24	0.19	0.12			
	p	<0.001	<0.001	<0.001			
Göğüs Çevresi	r	0.32	0.33	0.13	0.40		
	p	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001		
İncik Çevresi	r	0.22	0.24	0.07	0.08	0.17	
	p	<0.001	<0.001	0.03	0.02	<0.001	
Canlı ağırlık	r	0.45	0.49	0.16	0.50	0.56	0.31
	p	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

Tablo 7’ye göre cidago yüksekliği ile vücut uzunluğu arasındaki ilişkinin düzeyi 0.56’dır. Göğüs genişliği ile cidago yüksekliği arasındaki ilişkinin düzeyi 0.24, vücut uzunluğu arasındaki ilişkinin düzeyi 0.19 ve sağrı genişliği arasındaki ilişkinin düzeyi 0.12’dir. Göğüs çevresi ile cidago yüksekliği arasındaki ilişkinin düzeyi 0.32, vücut uzunluğu arasındaki ilişkinin düzeyi 0.33, sağrı genişliği arasındaki ilişkinin düzeyi 0.13 ve göğüs genişliği arasındaki ilişkinin düzeyi 0.40’tır. İncik çevresi ile cidago yüksekliği arasındaki ilişkinin düzeyi 0.22, vücut uzunluğu arasındaki ilişkinin düzeyi 0.24, sağrı genişliği arasındaki ilişkinin düzeyi 0.07, göğüs genişliği arasındaki ilişkinin düzeyi 0.08 ve göğüs çevresi arasındaki ilişkinin düzeyi 0.17’dir. Canlı ağırlık ile cidago yüksekliği arasındaki ilişkinin düzeyi 0.45, vücut uzunluğu arasındaki ilişkinin düzeyi 0.49, sağrı genişliği arasındaki ilişkinin düzeyi 0.16, göğüs genişliği arasındaki ilişkinin düzeyi 0.50, göğüs çevresi arasındaki ilişkinin düzeyi 0.56 ve incik çevresi arasındaki ilişkinin düzeyi 0.31’dir. Anlamlı çıkan tüm ilişkiler pozitif

yönlüdür. Canlı ağırlık ile tüm vücut ölçüleri arasında pozitif bir ilişki vardır. Yani her bir vücut ölçüsündeki artış canlı ağırlıkta artışa sebep olmaktadır.

Tablo 8. Lineer regresyon sonucu

Model	R	R ²	Adj. R ²
H ₁	0.73	0.53	0.69

Tablo 8'e göre vücut ölçülerindeki varyasyon canlı ağırlıktaki değişimin %53'ünü belirlemektedir. Geriye kalan %47'lik kısım ise bu özelliği etkileyen diğer değişkenlerden kaynaklanmaktadır.

Tablo 9. Regresyon denklemindeki katsayılar ve önemlilik durumu

Model	Standartlaştırılmamış	Standart Hata	Standartlaştırılmış	t	p
Sabit	50.83	0.32			<0.001
Cidago Yüksekliği	0.28	0.06	0.13	4.58	<0.001
Vücut Uzunluğu	0.39	0.05	0.22	7.36	<0.001
Sağrı Genişliği	0.13	0.06	0.06	2.32	0.02
Göğüs Genişliği	0.81	0.07	0.28	10.86	<0.001
Göğüs Çevresi	0.31	0.03	0.30	10.86	<0.001
İncik Çevresi	1.63	0.26	0.16	6.31	<0.001

Tablo 9'a göre regresyon katsayıları ve regresyon sabiti istatistiksel olarak anlamlıdır. Regresyon modeli:

$$\hat{Y} = 50.83 + 0.28 \times \text{Cidago Yüksekliği} + 0.39 \times \text{Vücut Uzunluğu} + 0.13 \times \text{Sağrı Genişliği} + 0.81 \times \text{Göğüs Genişliği} + 0.31 \times \text{Göğüs Çevresi} + 1.63 \times \text{İncik Çevresi}$$

$$\hat{Y} = \text{Canlı ağırlık}$$

Bu modele göre, Cidago Yüksekliğindeki bir birimlik artış 0.28, Vücut Uzunluğundaki bir birimlik artış 0.39, sağrı genişliğindeki bir birimlik artış 0.13, göğüs genişliğindeki bir birimlik artış 0.81, göğüs çevresindeki bir birimlik artış 0.31,

incik çevresindeki bir birimlik artış canlı ağırlıkta 1.63 birimlik artışa neden olacağı anlamına gelir.

Bayesyen yöntemle elde edilen korelasyon analizi sonuçları Tablo 10’da Regresyon analizi sonuçları Tablo 11 ve 12’de verilmiştir.

Tablo 10. Bayesyen yöntem korelasyon testi sonuçları

		Cidago Yüksekliği	Vücut Uzunluğu	Sağrı Genişliği	Göğüs Genişliği	Göğüs Çevresi	İncik Çevresi
Vücut Uzunluğu	r	0.56					
	BF ₁₀	9.70× 10 ^{67*}					
Sağrı Genişliği	r	0.03	0.06				
	BF ₁₀	0.06	0.25				
Göğüs Genişliği	r	0.24	0.19	0.12			
	BF ₁₀	3.52×10 ^{9*}	263790.23*	16.16*			
Göğüs Çevresi	r	0.32	0.33	0.13	0.40		
	BF ₁₀	5.71× 10 ^{17*}	1.99×10 ^{20*}	43.02*	2.55× 10 ^{30*}		
İncik Çevresi	r	0.22	0.24	0.07	0.08	0.17	
	BF ₁₀	5.06×10 ^{7*}	1.64×10 ^{9*}	0.41	0.70	5715.88*	
Canlı ağırlık	r	0.45	0.49	0.16	0.50	0.56	0.31
	BF ₁₀	6.39× 10 ^{40*}	8.0×10 ^{47*}	1505.29*	1.17× 10 ^{50*}	4.91× 10 ^{66*}	2.81× 10 ^{17*}

* BF₁₀> 100

Tablo 10’a göre cidago yüksekliği ile vücut uzunluğu arasındaki ilişkinin düzeyi 0.56’dır. Göğüs genişliği ile cidago yüksekliği arasındaki ilişkinin düzeyi 0.24, vücut uzunluğu arasındaki ilişkinin düzeyi 0.19 ve sağrı genişliği arasındaki ilişkinin düzeyi 0.12’dir. Göğüs çevresi ile cidago yüksekliği arasındaki ilişkinin düzeyi 0.32, vücut uzunluğu arasındaki ilişkinin düzeyi 0.33, sağrı genişliği arasındaki ilişkinin düzeyi 0.13 ve göğüs genişliği arasındaki ilişkinin düzeyi 0.40’tır. İncik çevresi ile cidago yüksekliği arasındaki ilişkinin düzeyi 0.22, vücut uzunluğu arasındaki ilişkinin düzeyi 0.24, sağrı genişliği arasındaki ilişkinin düzeyi 0.07, göğüs genişliği arasındaki ilişkinin düzeyi 0.08 ve göğüs çevresi arasındaki ilişkinin düzeyi 0.17’dir. Canlı ağırlık ile cidago yüksekliği arasındaki ilişkinin düzeyi 0.45, vücut uzunluğu arasındaki ilişkinin düzeyi 0.49, sağrı genişliği arasındaki ilişkinin düzeyi 0.16, göğüs genişliği arasındaki ilişkinin düzeyi 0.50, göğüs çevresi arasındaki ilişkinin düzeyi 0.56 ve incik çevresi arasındaki ilişkinin düzeyi 0.31’dir. Anlamlı çıkan tüm ilişkiler pozitif

yönlüdür. Tüm vücut ölçüleri ile canlı ağırlık arasında pozitif bir ilişki vardır. Yani her bir vücut ölçüsündeki artış canlı ağırlıkta artışa sebep olmaktadır.

Tablo 11. Bayesyen yöntem linear regresyon sonuçları

Model	BF _M	R ²
Cidago Yüksekliği + Vücut Uzunluğu + Sağrı Genişliği + Göğüs Genişliği + Göğüs Çevresi + İncik Çevresi	37.86	0.53

Tablo 11'e göre BF_M = 37.86 olduğundan dolayı cidago yüksekliği, vücut uzunluğu, sağrı genişliği, göğüs genişliği, göğüs çevresi, incik çevresi değişkenlerinin oluşturduğu regresyon modeli canlı ağırlığı tahminde istatistik olarak anlamlıdır.

Tablo 12. Sonsal olasılıkların regresyon modeli katsayıları

Katsayılar	BF	Ortalama	SS	%95 Güven Aralığı	
				Alt Sınır	Üst Sınır
Sabit	1	50.83	0.22	50.41	51.21
Cidago Yüksekliği	9145.23	0.28	0.06	0.16	0.39
Vücut Uzunluğu	8.52 × 10 ¹⁰	0.39	0.05	0.29	0.49
Sağrı Genişliği	6.31	0.11	0.07	0.01	0.22
Göğüs Genişliği	3.18 × 10 ²³	0.81	0.07	0.66	0.94
Göğüs Çevresi	3.06 × 10 ²³	0.31	0.03	0.25	0.36
İncik Çevresi	1.03 × 10 ⁸	1.63	0.26	1.13	2.09

Tablo 12 incelendiğinde BF değerleri, güven aralıkları, katsayı ortalamaları ve standart sapmaları görülmektedir. Burada katsayı değerlerine ait güven aralıklarını değerlendirmek mümkündür. Buna göre, vücut ölçüleri değişkenlerinin %95 güven aralıklarının hiçbirisi 0'ı içermemektedir. 0'ı içermediğinden dolayı bu parametrelerin modelde olmasının anlamlı olduğu anlaşılr.

Regresyon modeli aşağıdaki gibidir.

$$\hat{Y} = 50.83 + 0.28(\text{Cidago Yüksekliği} - 75.99) + 0.39(\text{Vücut Uzunluğu} - 74.30) + 0.11(\text{Sağrı Genişliği} - 17.63) + 0.81(\text{Göğüs Genişliği} - 17.76) + 0.31(\text{Göğüs Çevresi} - 85.51) + 1.63(\text{İncik Çevresi} - 9.52)$$

$$\hat{Y} = \text{Canlı ağırlık}$$

Sonuç olarak korelasyon ve regresyon analizi bakımından da iki yöntem arasında bir fark olmadığı görülmektedir.

4-Ki-Kare

Ki-kare testi için 156079 baş keçiye ait döl verimi verileri kullanılmış olup bu veriler üzerinden farklı yıllar ve iki bölge karşılaştırması yapılmıştır. Gruplar arasında fark olup olmadığı önce klasik yöntemle sonra Bayesyen yöntemle tespit edilmiştir. Her iki yöntemle elde edilen sonuçlar (doğum oranları bakımından gruplar arası farkı gösteren harflendirmeler anlamında) Tablo 13'te verilmiştir.

Tablo 13'e göre rakamsal sonuçlar aynı olduğu için tablo tekrar edilmemiş fakat klasik yaklaşıma için X^2 ve p, Bayesyen yöntem için BF_{10} verilmiştir. Tablo 13 incelendiğinde hem illere göre yıl karşılaştırmasında hem de iki il karşılaştırmasında doğum oranları bakımından gruplar arası farkın önemli olduğu iki yönteme ait sonuçlarda da görülmektedir. Karaman ve Konya illerinde doğum oranları bakımından gruplar arası farkın önemli olduğu Bayesyen yöntem sonucuna göre aşırı düzeyde kanıt, iki il karşılaştırmasında ise düşük düzeyde kanıt düzeyine sahiptir. Karaman ve Konya illerinde yıllara göre doğum oranları karşılaştırıldığında her iki yöntemde de aynı sonuca ulaşılmıştır.

Tablo 13. Yıllara ve illere göre döl verimi sonuçları

Yıl	Teke altı keçi sayısı	Doğuran keçi sayısı	Doğan oğlak sayısı	DKBDO S	TAKBDO S	Doğum Oranı, %	X ² P	BF ₁₀
Karaman								
2012	5400	4662	4220	0,91	0,78	86 ^a	112,34 <0.001	1.57 × 10 ¹³
2013	6085	4787	5444	1,14	0,89	79 ^b		
2014	10999	8313	9106	1,10	0,83	76 ^c		
2015	11800	9731	10797	1,11	0,92	82 ^d		
Konya								
2012	5985	4903	5296	1,08	0,88	82 ^a	428,68 <0.001	4.46 × 10 ⁸³
2013	5495	4779	5717	1,20	1,04	87 ^b		
2014	6143	4651	5139	1,10	0,84	76 ^c		
2015	6137	5067	5423	1,07	0,88	83 ^a		
Genel								
Karaman	34284	27493	29567	1,08	0,86	80	17,86	1.52
Konya	23760	19400	21575	1,11	0,91	82	<0.001	

a, b, c: Aynı sütunda farklı harf taşıyan oranlar arası fark önemlidir ($P < 0.05$); $BF_{10} > 100$, $BF_{10} > 10$

DKBDOS: Doğuran keçi başına doğan oğlak sayısı.

TAKBDOS: Teke altı keçi başına doğan oğlak sayısı.

Karaman ilinde en yüksek doğum oranı %86 ile 2012 yılı, en düşük doğum oranı ise %76 ile 2014 yılına aittir. Konya ilinde yıllara göre doğum oranları istatistik

olarak önemlidir. 2012 ve 2015 yıllarına doğum oranları arasında fark yoktur. Diğer yıllar arasında fark vardır. En yüksek doğum oranı %87 ile 2013 yılı, en düşük doğum oranı ise %76 ile 2014 yılına aittir. Konya ve Karaman illeri doğum oranları karşılaştırıldığında iki il arasında doğum oranları istatistik olarak önemlidir. Konya ilinde %82 ile daha yüksek doğum oranı, Karaman ilinde %80 ile daha düşük doğum oranına ulaşılmıştır.

Bu sonuçlar bakımından iki yöntem arasında bir fark olmadığı, her iki yöntemle de, hem iller arası farkta hem de her ilde yıllar arası farkta aynı kararların verildiği dikkat çekmektedir.

5- Genel Doğrusal Model

Oğlakların GCAA'na etkili faktörlerin belirlenmesine yönelik yapılan genel doğrusal model analizi için 4846 baş oğlağın ana yaşı (2 yaş – 9+ yaş), cinsiyet ve doğum tipi sabit faktör olarak, doğum ağırlığı kovaryet olarak, günlük canlı ağırlık artışı cevap değişkeni olarak modele dahil edilmiştir. Ana yaşı faktöründe farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu bulmak için klasik yöntemde Tukey çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. Klasik yöntemle elde edilen sonuçlara ait varyans analizi tablosu Tablo 14'te Bayesyen yöntemle elde edilen Varyans analizi tablosu Tablo 15'te, iki yönteme ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise Tablo 16'da verilmiştir.

Tablo 14. Genel doğrusal model sonuçlarına ait varyans analizi tablosu

	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p
Ana Yaşı	46382.95	7	6626.14	4.07	<0.001
Cinsiyeti	125016.6	1	125016.6	76.83	<0.001
Doğum Tipi	115112.4	1	115112.4	70.74	<0.001
Doğum Ağırlığı	53535.6	1	53535.6	32.9	<0.001
Artıklar	7.8310 ⁶	4813	1627.19		

Tablo 14 incelendiğinde, hem kovaryet değişken olan doğum ağırlığının hem de diğer faktörlerin GCAA üzerine etkisinin anlamlı ($p<0.001$) olduğu anlaşılmaktadır.

Tablo 15. Bayesyen yöntem genel doğrusal model sonuçlarına ait varyans analizi tablosu

Model	BF ₁₀	hata %
Cinsiyeti	4.80*10 ³¹	9.45*10 ⁻³⁶
Doğum Tipi	1.71*10 ²²	2.59*10 ⁻²⁷
Ana Yaşı	29081.57	5.07*10 ⁻³
Doğum Ağırlığı	1.6	2.13*10 ⁻³

Tablo 15’e göre kovaryet değişken olan doğum ağırlığı $BF_{10}=1.6$ değerine eşit olup 1 ile 3 arasında olduğundan düşük düzeyde kanıt düzeyine sahiptir. Doğum ağırlığı düşük düzeyde kanıt düzeyine sahip olsa bile oğlakların günlük canlı ağırlık artışını etkilemektedir. Ayrıca cinsiyet, doğum tipi ve ana yaşı değişkenleri BF_{10} değerleri 100’den büyük olduğundan dolayı aşırı kanıt düzeyine sahiptirler. Cinsiyet, doğum tipi ve ana yaşı değişkenleri günlük canlı ağırlık artışı üzerine etkisinin anlamlı olduğuna ulaşılmıştır.

Genel doğrusal model ile elde edilen tanıttıcı istatistikler ve her iki yöntemle yapılan grup karşılaştırmalarına ait sonuçlar Tablo 16’da verilmiştir.

Tablo 16. Ana yaşı, cinsiyet ve doğum tipi değişkenleri için GCAA tanıttıcı istatistikleri ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları

	Klasik Yöntem Ortalama	SS	Bayesyen Yöntem Ortalama
Ana Yaşı Grupları	P<0.001		BF ₁₀ = 29081.57
2 Yaş	165.35 ^{ab}	41.19	165.35 ^a
3 Yaş	164.97 ^a	41.60	164.97 ^a
4 Yaş	171.61 ^b	41.48	171.61 ^b
5 Yaş	163.92 ^a	40.46	163.92 ^a
6 Yaş	180.25 ^b	42.79	180.25 ^c
7 Yaş	164.56 ^{ab}	41.11	164.56 ^a
8 Yaş	160.47 ^a	49.49	160.47 ^a
9 ve üzeri yaş	167.04 ^{ab}	42.18	167.04 ^{ab}
Cinsiyet	P<0.001		BF ₁₀ = 4.80*10 ³¹
Dişi	159.56	39.45	159.56
Erkek	174.2	42.68	174.29
Doğum Tipi	P<0.001		BF ₁₀ = 1.71*10 ²²
Tek	170.50	41.00	170.50
İkiz	156.08	42.10	156.08

a, b, c: Aynı sütunda farklı harf taşıyan ortalamalar arası fark önemlidir (p<0.05).

Tablo 16 incelendiğinde, GCAA bakımında ana yaşı, cinsiyet ve doğum tipi değişkenlerine ait gruplar arası farkların önemli olduğu görülmektedir. Cinsiyet ve

doğum tipi değişkenlerinde iki yöntemle göre farklılık için aynı sonuca ulaşılmıştır. Ana yaşı faktörü için klasik yöntemle göre, GCAA, 4 ve 6 yaşlarda daha yüksek, 2, 3 ve 8 yaşlarda daha düşük değere sahiptir. Bayesyen yöntemle göre GCAA, 6 yaşta daha yüksek, 2, 3, 5, 7 ve 8 yaşlarda daha düşük değere sahiptir. Bu değerlere göre genç ve yaşlı keçilere ait oğlakların daha yavaş büyüdüğü, 6 yaşa sahip keçilere ait oğlakların ise daha hızlı büyüdüğü sonucuna ulaşılmaktadır. İki yöntemin grup karşılaştırmaları arasında çok cüzi farklılık olsa da karar aşamasında iki yöntemle de genç ve yaşlı keçilere ait oğlakların daha yavaş büyüdüğü, orta yaşa sahip keçilere ait oğlakların ise daha hızlı büyüdüğü sonucuna ulaşılması bakımından iki yöntemle de aynı kararın verildiği görülmektedir.



4.TARTIŞMA

Bu çalışmada, Kıl Keçilerine ait verilerin istatistik analizleri, klasik yöntem ve Bayesyen yöntem ile analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarında iki yöntem arasındaki sonuçların olası farklılıkları incelenmiştir.

Çalışmada, bulgular iki yöntemle göre de önemlilik düzeyleri ile birlikte verilmiştir. Her iki yöntemle yapılan analiz sürecinde ve karar aşamasında olası farklılıklar araştırılmıştır.

Bu araştırmada, bağımsız gruplar t testi için, klasik yöntemde p değeri, Bayesyen yöntemde ise BF değeri, Bayes Faktör önsel ve sonsal dağılım grafiği ve Bayes faktör sağlamlık kontrol grafiği kullanılarak sonuçlar incelenmiştir. İki yöntemde de GCAA bakımından cinsiyet grupları arasında fark olduğu, dolayısıyla oğlakların GCAA değerlerinde cinsiyet faktörünün etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Yani iki yöntemle de aynı karar verilmiştir. Bu sonuç Tatlıyer (2018)'in çalışmasında kuzularda büyüme özelliklerine ait genetik parametre tahmini sonucunda elde edilen modellerin sonuçlarının iki yaklaşımla da kendi içlerinde farklı yöntemleri kullanmalarına rağmen uyumlu sonuç vermesi açısından bu tez çalışması ile yaklaşımların karar aşaması ile örtüştüğünü göstermektedir.

İkiden fazla bağımsız grubun ortalamalarının karşılaştırılması sonuçlarına göre iki yöntemle de günlük canlı ağırlık artışı bakımından ana yaşı grupları arasında fark olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ana yaşı grupları arasındaki farkı gösteren harflendirmelere bakıldığında yöntemler arasında kısmi fark görülmektedir. Gündoğdu (2016) çalışmasında bağımlı ve bağımsız değişkenlerin karşılaştırılmasında düşük hata elde etmesi sebebiyle avantajlı olabileceğini ifade etmiştir. Bu çalışmada sonuçlar arası büyük bir fark bulunmaması Bayesyen yöntemin herhangi bir üstünlüğü olmadığını ifade etmektedir.

Çalışmada korelasyon testi sonucunda iki yöntem ile elde edilen ilişkiler ve değişkenler aynı bulunmuştur. Korelasyon sonucunda iki yöntemle ait bir farka ulaşılmamıştır. Bu sonuçlar bu çalışma için Bayesyen yöntemin klasik yöntemle karşı avantajlı bir tarafı olmadığını gösterirken; Gündoğdu (2016)'nın çalışmasında, Klasik yöntem ile yapılan parametre tahmininde parametrelerinin biyolojik gerçeklikten oldukça uzak, Bayesyen yöntemde ise daha yakın sonuçlara ulaşılmıştır şeklindeki, Bayesyen yöntemin avantajlı olduğuna dair kararıyla örtüşmemektedir. Çünkü bu

araştırmacı, parametreler arası korelasyon, biyolojik olarak daha gerçekçi tahmin ile Bayesyen yaklaşımın büyüme parametreleri tahmini için avantajlı bir yöntem olduğu kanaatine ulaşmıştır. Ancak keçilerden elde edilen parametreler arası korelasyonda ise Bayes yaklaşımının üstünlüğüne rastlanılmamıştır. Bu durumun iki çalışmada birebir aynı konunun çalışılmamış olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Ki-Kare testi için hem illere göre yıl karşılaştırmasında hem de iki il karşılaştırmasında doğum oranları bakımından gruplar arası farkın önemliliği klasik yöntem ve Bayesyen yöntemle değerlendirilmiştir. İki yöntemde de karşılaştırmalar bakımından doğum oranları aynı sonuçları ifade etmektedir. Bu sonuçlar doğrultusunda Bayesyen yöntemin ki-kare testi için herhangi bir üstünlüğüne rastlanılmamıştır. Bu sonuç, Geenen ve ark (2011)'in tanı sınıflaması için yapmış oldukları çalışmalarda klasik yöntem tanı kuralına göre, %63 doğruluk sergileyerek sınıflandırma yaptığı, Bayesyen yöntemde ise %67-70 şeklinde daha yüksek doğru sınıflandırıldığı biçimdeki, Bayesyen yöntemle avantaj atfeden değerlendirme ile örtüşmemektedir. Halbuki bu çalışmada, Bayesyen yöntemin kullanılmasına ilişkin avantajlı bir sonuca ulaşılmamıştır.

Genel doğrusal model analizi için sabit faktör, kovaryet ve cevap değişkenin modelde önemliliği klasik yöntemde ve Bayesyen yöntemle değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonucunda ana yaşı grupları arasındaki farklılıkta iki yöntemle göre de kısmi farklılıklar bulunmuştur. Firat ve ark. (2016)'nın çalışmasında Doğrusal olmayan modeller için iki yöntemle de Gompertz, Richards ve Logistic modelleri üzerinde çalışmışlardır. Çalışma sonucunda klasik yöntem için Gompertz fonksiyonu model seçim kriterleri açısından en uygun, Bayesyen yöntemde ise Gompertz ve Richards modellerinin veriler için daha iyi uyduğunu sonucuna ulaşmışlardır. Ancak doğrusal olmayan fonksiyonlardaki farklı etkileri incelemek ve parametrelerini Bayes bağlamında tahmin etmek için daha fazla çalışma yapılması gerektiğine vurgu yapmışlardır. Bu çalışmada ise Bayesyen yöntem ile ilgili bir avantaj elde edilmemiş olması yine arada bir uyumsuzluğun olduğuna işaret etmektedir.

Bayesyen yöntem, bir konu hakkında uzman görüşü veya daha önceki çalışmalardan elde edilmiş bilgileri önsel bilgi olarak kullanarak o olayın sonsal olasılığını hesaplaması ve daha sonra bu konu ile ilgili hesap tekrarlanmak istendiğinde, önceki hesaplamadan elde edilen sonsal olasılıkları önsel olasılık olarak

kullanıp bilgiyi güncel tutmayı amaçlamaktadır. Veteriner hekimlik veya hayvancılık verilerinde ise Klasik yaklaşıma yakın sonuç vermesinden dolayı alternatif bir yöntem olduğu düşünülmektedir. Ancak yakın sonuç vermesi ve özellikle karar verme aşamasında herhangi bir kullanım üstünlüğü sağlamadığından dolayı, çok alışılmış ve bilinen klasik yönteme karşı tercih edilmesini gerektirecek bir durumun olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bayesyen yöntemin genel hatları teorik olarak anlatılarak, yöntemin temel düşüncesi açıklanmıştır. Daha sonra farklı veri setlerine göre bağımsız iki grubun ortalamalarının karşılaştırılması, İkiden fazla bağımsız grubun ortalamalarının karşılaştırılması, Genel Doğrusal Model analizi, Korelasyon ve Regresyon, Ki-Kare Testi Klasik yöntem ve Bayesyen yöntem için uygulanmıştır. İki yöntemin karşılaştırılması sonuçların değerlendirilmesindeki olası farklılıklara dikkat edilmiştir.

Bu çalışmada her iki yönteminde çalışılabildiği açık kaynak kodlu JASP istatistik paket programı ile çalışılmıştır. Aynı yöntemler JAMOVİ adlı istatistik paket programı ile de elde edilebilmektedir. Bayesyen yöntem SPSS paket programı ile yapılabilmekte ancak test sonuçlarını program mantığı klasik yaklaşım gibi verdiği için dolayı bu programın Bayesyen yöntem uygulaması için zayıf kaldığı düşünülmektedir.

Bayesyen yöntemi diğer yaklaşımlardan ayıran en önemli özellik ise benzer çalışmalardan elde edilmiş ya da uzman görüşlerini içeren bilginin analize katılabileceği düşüncesidir. Bayesyen yöntem, süreçle ilgili önsel bilgiyi ve veriden elde edilen ek bilgiyi kullanarak her iki bilgi kaynağını da Bayes teoremi yardımı ile birleştirmektedir. Bu aşama ile konuya ilişkin bilginin güncelliği kaybetmemesinden dolayı Bayesyen yöntemin belki avantajlı olacağı söylenebilir.

İki yöntem için yapılan uygulamalar incelendiğinde, test süreçleri farklı olmasına rağmen karar aşamasına ilişkin aynı yönde çıkarıma ulaştığı belirlenmiştir. Klasik yöntem ile elde edilen sonuçların benzeri Bayesyen yöntem ile de elde edildiğinden ve ekstra bir avantaj sağlamadığından dolayı, alışılmış ve sık kullanılmakta olan klasik yöntemle karşı Bayesyen yöntemin tercihini gerektirecek bir sonuca ulaşılmamıştır.

6. KAYNAKLAR

- Anscombe FJ, 1961, Bayesyen statistics. The American Statistician, 15, 1, 21-4.
- Barnard, GA., & Bayes, T, 1958. Studies in the history of probability and statistics: IX. Thomas Bayes's essay towards solving a problem in the doctrine of chances. Biometrika, 45(3/4), 293-315.
- Berger, J. 1986. Discussion: on the consistency of bayes estimates. The Annals of statistics, 14(1), 30-37.
- Box, GE, & Tiao, GC, 1992. Bayesyen inference in statistical analysis (Vol. 40). John Wiley & Sons.
- Casella, G & Berger, RL, 2002. Statistical inference (Vol. 2, pp. 337-472). Pacific Grove, CA: Duxbury.
- Ekici O, 2005. Bayesyen regresyon ve WinBUGS ile bir uygulama. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Elbers, ARW, Bouma, A, & Stegeman, J, A, 2002. Quantitative assessment of clinical signs for the detection of classical swine fever outbreaks during an epidemic. Veterinary Microbiology, 85(4), 323-332.
- Firat, MZ, Karaman, E, Başar, EK, & Narinc, D, 2016. Bayesian analysis for the comparison of nonlinear regression model parameters: an application to the growth of Japanese quail. Brazilian Journal of Poultry Science, 18(SPE), 19-26.
- Friedman, N, Geiger, D, & Goldszmidt, M, 1997. Bayesyen network classifiers. Machine learning, 29(2-3), 131-163.
- Gasım, N. 2013. Bayesyen model ile doğrusal regresyon modellerinin karşılaştırılması üzerine bir uygulama (Doctoral dissertation, DEÜ Sosyal Bilimleri Enstitüsü).
- Geenen, PL, Van Der Gaag, LC, Loeffen, WLA, & Elbers, ARW, 2011. Constructing naive Bayesyen classifiers for veterinary medicine: A case study in the clinical diagnosis of classical swine fever. Research in Veterinary Science, 91(1), 64-70.
- Gill J, 2014. Bayesyen methods: A social and behavioral sciences approach, CRC press, p.1-83.
- Greenberg, E. 2012. Introduction to Bayesyen econometrics. Cambridge University Press.
- Gündoğdu S, 2016. Balıklarda Büyüme Parametrelerinin Bayesyen İstatistiksel Yöntemle Tahmini. Doktora Tezi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Adana
- Güner, A. 2014. Bayesci yaklaşımda eşlenik aileleri önseli ile jeffreys önselinin karşılaştırılması (Master's thesis, ESOGÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Howson, C., Urbach, P. 2006. Scientific reasoning: the Bayesyen approach. Open Court Publishing.
- Jeffreys, H., 1998. The theory of probability. OUP Oxford.
- Kruschke, JK, & Liddell, TM, 2018. The Bayesyen New Statistics: Hypothesis testing, estimation, meta-analysis, and power analysis from a Bayesyen perspective. Psychonomic Bulletin & Review, 25(1), 178-206.
- Lindley, DV, 1983. Theory and practice of Bayesyen statistics. Journal of the Royal Statistical Society. Series D (The Statistician), 32(1/2), 1-11.
- Saçıldı, İS, 2011. Gelişmiş ve gelişmekte olan piyasalarda hisse senedi getiri volatilitelerinin bayes yaklaşımı ile analizi.
- Stigler SM, 1983. Who discovered Bayes's theorem? The American Statistician, 37, 4a, 290-296.

- Tatlıyer A, & 2018. Kuzularda Büyüme özellikleri için Klasik ve Bayesyen Yöntemlerle Genetik Parametre Tahminleri. Doktora Tezi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Kahramanmaraş
- Tekin ME, 2019. Veterinerlik Biyoistatistik. İkinci Baskı, Selçuk Üniversitesi Basımevi, Selçuk Üniversitesi Yayınları, s. 82-83.
- Tekin ME, & Ögeç M, 2017. Konya Bölgesinde Halk Elinde Yetiştirilen Kıl Keçisi Oğlaklarının Büyüme ve Yaşama Gücü. Lalahan Hay. Araşt. Enst. Derg. 57 (2) 93-98.
- Tekin ME, & Arlı M, 2019. The growth and survival rate of hair goat kids raised by public in Karaman region. Veteriner Hekimler Derneği Dergisi. 90 (2) 152-157.
- Tekin ME, Arlı M, Öztürk Ş, & Ögeç M, 2020. Konya ve Karaman bölgesinde halk elinde yetiştirilen Kıl keçilerinin süt ve döl verimi. Eurasian J Vet Sci. 36 (1) 66-71.
- Van Der Gaag, L, C, Renooij, S, Feelders, A, De Groote, A, Eijkemans, M, J, Broekmans, F, J, & Fauser, B, C, 2009. Aligning Bayesyen network classifiers with medical contexts. In International Workshop on Machine Learning and Data Mining in Pattern Recognition (pp. 787-801). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Zellner, A. 1983. Applications of Bayesyen analysis in econometrics. Journal of the Royal Statistical Society. Series D (The Statistician), 32(1/2), 23-34.

7. EKLER

EK-A:



8.TURNİTİN RAPORU



9. ÖZGEÇMİŞ

