



T.C.
EGE ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü



**GAMBİYA'DA AFRİKA HAYVAN
TRİPANOSOMOZİSİ HASTALIĞINDAN ETKİLENEN
BÖLGELERDE TRİPANOSOM YAYGINLIĞI, İNEK
SÜTÜ BİLEŞİMİ VE SIĞIR YETİŞTİRİCİLERİNİN
ÜRETİM UYGULAMALARI**

Doktora Tezi

Olawale Festus OLANIYAN

Zootekni Anabilim Dalı

İzmir

2021

T.C.
EGE ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü

**GAMBİYA’DA AFRİKA HAYVAN
TRİPANOSOMOZİSİ HASTALIĞINDAN ETKİLENEN
BÖLGELERDE TRİPANOSOM YAYGINLIĞI, İNEK
SÜTÜ BİLEŞİMİ VE SIĞIR YETİŞTİRİCİLERİNİN
ÜRETİM UYGULAMALARI**

Olawale Festus OLANIYAN

Danışman: Prof. Dr. İbrahim KAYA

Zootekni Anabilim Dalı
Hayvan Yetiştirme Doktora Programı

İzmir
2021

Olawale Festus OLANIYAN tarafından Doktora tezi olarak sunulan “Gambiya’da Afrika Hayvan Tripanosomozisi Hastalığından Etkilenen Bölgelerde Tripanosom Yaygınlığı, İnek Sütü Bileşimi ve Sığır Yetiştiricilerinin Üretim Uygulamaları” başlıklı bu çalışma EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile EÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi’nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve 15.12.2021 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri:

İmza

Jüri Başkanı : Prof. Dr. İbrahim KAYA

.....

Raportör Üye : Prof. Dr. Can UZMAY

.....

Üye : Prof. Dr. Ali KAYGISIZ

.....

Üye : Prof. Dr. Atakan KOÇ

.....

Üye : Prof. Dr. İbrahim CEMAL

.....

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Doktora Tezi olarak sunduğum “Gambiya’da Afrika Hayvan Tripanosomozisi Hastalığından Etkilenen Bölgelerde Tripanosom Yaygınlığı, İnek Sütü Bileşimi ve Sığır Yetiştiricilerinin Üretim Uygulamaları” başlıklı bu tezin kendi çalışmam olduğunu, sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgeleri bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara atıf yaptığımı ve bunları kaynaklar listesinde usulüne uygun olarak verdiğimi, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını, bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya diğer bir üniversitede başka bir tez çalışması içinde sunmadığımı, bu tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda bilimsel etik kurallarına uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

15/12/2021

Olawale Festus OLANIYAN

ÖZET**GAMBIYA'DA AFRIKA HAYVAN TRİPANOSOMOZİSİ
HASTALIĞINDAN ETKİLENEN BÖLGELERDE TRİPANOSOM
YAYGINLIĞI, İNEK SÜTÜ BİLEŞİMİ VE SIĞIR
YETİŞTİRİCİLERİNİN ÜRETİM UYGULAMALARI**

OLANIYAN, Olawale Festus

Doktora Tezi, Zootekni Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. İbrahim KAYA

Aralık 2021, 208 sayfa

Gambiya'da doğal otlatmaya dayalı olarak yetiştirilen sığırlar ile ilgili bu tezde, Afrika Hayvan Tripanosomozisi (AHT) hastalığının çeşitli yönleri çoklu yaklaşımlarla incelenmiştir. Tezin ilk aşamasında, 1980'den 2018'e kadar Gambiya'da AHT ile ilgili yapılan yayınların sistematik derlemesi ve meta-analizi yapılmıştır. İkinci aşamada, yarı yapılandırılmış anket formlarıyla nitel ve nicel veri toplamayı içeren bir anket gerçekleştirilmiştir. Üçüncü aşamada, Gambiya'nın altı hayvancılık bölgesinin beşinde olmak üzere hem yağmurlu hem erken kurak mevsimde her iki cinsiyetten sığırlardan 921 kan örneği ve 233 inekten süt örneği eş zamanlı olarak alınmıştır. Örnek alınan her hayvanın anemik durumu, laboratuvarında ölçülen ve kandaki kırmızı kan hücrelerinin (eritrositler) hacmini ifade eden paketlenmiş hücre hacmi (PHH) vasıtasıyla belirlenmiştir. Kan örnekleri daha sonra mikroskopi (buffy coat tekniği - BCT) ve moleküler yöntemler (hem gerçek zamanlı hem geleneksel polimeraz zincir reaksiyonu - PZR) ile analiz edilmiştir. Her süt örneği ultrasonik bir süt analiz cihazı ile aşağıdaki 10 parametreyi belirlemek üzere üç tekrarlı olarak analiz edilmiştir: kuru madde - KM (%), yağ (%), yağsız kuru madde - YKM (%), protein (%), laktoz (%), tuzlar (mineraller) (%), elektrik iletkenliği (mS/cm), su içeriği (%), yoğunluk (kg/m³) ve donma noktası (°C). Daha sonra süt verileri, IBM SPSS istatistik programında GLM Univariate prosedürü (tek bağımlı değişkenli genel doğrusal model) kullanılarak derinlemesine incelenmiştir. Modelde yedi faktörün (örnek alma bölgesi, ineğin yaşı, ineğin PHH değeri, kıl örtüsü rengi, günlük sağım sayısı, ineği besleme şekli ve süt örneği alma mevsimi) etkisi incelenmiştir. Tahminlenen Marjinal Ortalamalara (TMO) dayalı ikili karşılaştırmalar, asgari önemli fark seçeneği kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Meta-analizde, BCT ile teşhise dayalı olarak Gambiya'daki sığırlarda (N'Dama ırkı) havuzlanmış tripanosomozis prevalansı %5.2 (%95 GA: 4.0 – 6.4) düzeyinde bulunmuştur. BCT kullanılarak mikroskopi ile kan örneklerinin teşhisi sonucunda

tripanosomozis prevalansı ise %2.5 (%95 GA: 1.5 – 3.5) olarak belirlenmiştir. Tripanosomozis prevalansının erkeklerde (%5.1; GA: 2.3 – 7.9) dişi sığırlara göre (%1.6; GA: 0.7 – 2.6) çok daha yüksek olduğu görülmüştür. Yağmurlu ve erken kurak mevsimlerde tripanosomozis prevalansı sırasıyla %2.7 (GA: 1.2 – 4.2) ve %2.3 (GA: 1.0 – 3.7) olarak belirlenmiştir. Mikroskopi yöntemine dayalı sonuçlar, mevsim dikkate alınmadığı takdirde, *T. congolense* ve *T. vivax* varlığının hemen hemen aynı oranda olduğunu göstermektedir. Hem BCT hem PZR (gerçek zamanlı ve geleneksel PZR) ile *T. brucei* için sıfır prevalans belirlenmiş, ancak *T. congolense* ve *T. vivax* için PZR sonuçları ikna edici görünmemiştir.

Anket çalışmasına katılanların neredeyse tamamı (%97.4) laktasyondaki ineklerin AHT hastalığından etkilenebileceğini belirtmiş ve çeçe sineği AHT için en çok bahsedilen (%92) vektör olmuştur. Katılımcıların dörtte üçünden biraz fazlası (%75.8), üç defadan fazla buzağılayan yaşlı inekleri AHT hastalığına en duyarlı dişi sığırlar olarak belirtmiştir. Katılımcıların %85.2'si tarafından bildirildiği üzere, bir yıl içinde ineklerini AHT için tedavi ettikleri sabit bir sayı olmadığı görülmüştür. AHT hastalığının süt üzerindeki en çok bildirilen etkisi süt miktarında azalma idi (katılımcıların %91.7'si).

İncelenen süt parametrelerinin varyasyon katsayısı bakımından, en yüksek değişkenlik bileşenler içinde %43.29 ile yağda, fiziksel özellikler içinde %13.46 ile elektrik iletkenliğinde gözlenmiştir. Süt bileşenleri içinde en az değişkenlik %8.21, %8.36 ve %8.78 ile sırasıyla YKM, protein ve laktozda görülmüştür. Fiziksel özellikler için en az değişkenlik %0.22 ile yoğunlukta gözlenmiştir. KM, yağ, YKM, protein, laktoz, tuzlar, iletkenlik, donma noktası ve yoğunluk için TMO sırasıyla 14.75 ± 0.48 , 5.70 ± 0.39 , 9.05 ± 0.12 , 3.31 ± 0.04 , 4.95 ± 0.07 , 0.75 ± 0.01 , 3.57 ± 0.07 mS/cm, -0.599 ± 0.010 °C ve 1030.73 ± 0.35 kg/m³ olarak bulunmuştur. İneklerin yaşının YKM, protein, tuzlar, yoğunluk ve donma noktası üzerinde, mevsimin yağ üzerinde, PHH değerinin yoğunluk üzerinde ve örnek alma bölgesi ile günlük sağım sayısının elektrik iletkenliğe üzerinde istatistiki olarak önemli etkisi ($P < 0.05$) belirlenmiştir. İncelenen yedi faktörün hiçbirisi KM ve laktoz üzerinde istatistiki olarak önemli bir etkiye sahip değildi ($P > 0.05$). N'Dama ırkı ineklerin sütünün yüksek yağ içeriği ve biraz yüksek laktoz içeriği bakımından uluslararası ırlara göre spesifik bir besin kalitesine sahip olduğu aşikârdır.

Çalışmada, birçok açıdan AHT prevalansı ve veterinerlik ve süt üretim programları planlanmadan önce çiftçilerin belirli faktörlere göre analiz edilmesi ihtiyacı tartışılmıştır. Bu tezin çeşitli aşamalarından elde edilen bilgiler, ülkede AHT tehdidinin hala var olduğunu ve hastalığın göz ardı edilmemesi gerektiğini işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Tripanosomozis, prevalans, sığır, kan teşhisi, süt analizi.

ABSTRACT**TRYPANOSOME PREVALENCE, COW MILK COMPOSITION
AND CATTLE FARMERS' PRODUCTION PRACTICES IN THE
GAMBIAN AREAS AFFECTED BY AFRICAN ANIMAL
TRYPANOSOMOSIS**

OLANIYAN, Olawale Festus

PhD in Animal Science

Supervisor: Prof. Dr. Ibrahim KAYA

December 2021, 208 pages

This thesis in relation to naturally grazed cattle in The Gambia explores various aspects of African Animal Trypanosomosis (AAT) through multiple approaches. In the first phase, systematic review and meta-analysis of publications on AAT in The Gambia from 1980 to 2018 was carried out. This phase was followed by a survey which involved qualitative and quantitative data collection with semi-structured questionnaires. In the third phase, there was a simultaneous collection of 921 blood samples of cattle from both sexes and 233 milk samples of cows from five out of six Gambian livestock production regions in both rainy and early dry seasons. Anaemic status of each sampled animal was determined in the laboratory through packed cell volume (PCV), the volume of the red cells in blood. The samples were then analysed through microscopy (buffy coat technique - BCT) and molecular methods (both real-time and conventional polymerase chain reaction – PCR). Each milk sample was analysed in triplicates with an ultrasonic milk analyzer for 10 parameters: total solids - TS (%), fat (%), solids-not-fat - SNF (%), protein (%), lactose (%), salts (minerals) (%), conductivity (mS/cm), water content (%), freezing point (°C), and density (kg/m³). The milk data were further explored using general linear model with the univariate procedure in IBM SPSS statistical software. Seven factors (region of sampling, age of the lactating cow, PCV of lactating cow's blood, coat colour, number of daily milking, feeding type for the lactating cow, and season of milk sampling) were investigated. Pairwise comparisons based on Estimated Marginal Means (EMM) were conducted using least significant difference option.

In meta-analysis, the pooled trypanosomosis prevalence in the Gambian cattle (N'Dama breed) based on BCT was found as 5.2% (95% CI: 4.0 – 6.4). According to microscopic diagnosis using BCT, overall trypanosomosis prevalence was found 2.5%

(95% CI: 1.5 – 3.5). Trypanosomosis prevalence was much higher in male (5.1%; CI: 2.3 – 7.9) than the female animals (1.6%; CI: 0.7 – 2.6). Trypanosomosis prevalence in rainy and early dry seasons were 2.7% (CI: 1.2 – 4.2) and 2.3% (CI: 1.0 – 3.7), respectively. Findings based on microscopy indicate the presence of *Trypanosoma congolense* and *T. vivax* in almost the same proportion regardless of season. By both BCT and PCR (real-time and conventional PCRs), zero prevalence was established for *T. brucei* but the results of PCRs for *T. congolense* and *T. vivax* seems not convincing.

Based on the survey results, nearly all the respondents (97.4%) indicated that lactating cows can be affected by AAT and tsetse fly was generally mentioned (92%) as the vector. Slightly more than three quarters of the respondents (75.8%) mentioned older cows with more than three calving as the most susceptible female cattle to AAT. There was no fixed number of times a cow is treated for AAT in a year as indicated by 85.2% of the respondents. The most consistent effect of AAT on milk was reduction in quantity (91.7% of the respondents).

Based on coefficient of variation, the highest variabilities of 43.29% and 13.46% were observed in fat (milk component) and electrical conductivity (physical property), respectively. The lowest variabilities of 8.21%, 8.36% and 8.78% in milk components were observed in SNF, protein and lactose, respectively. For the physical properties, the lowest variability (0.22%) was observed in the density. The EMM of TS, fat, SNF, protein, lactose, salts, electrical conductivity, freezing point, and density were $14.75 \pm 0.48\%$, $5.70 \pm 0.39\%$, $9.05 \pm 0.12\%$, $3.31 \pm 0.04\%$, $4.95 \pm 0.07\%$, $0.75 \pm 0.01\%$, 3.57 ± 0.07 mS/cm, -0.599 ± 0.010 °C, and 1030.73 ± 0.35 kg/m³, respectively. There was statistically significant effect ($P < 0.05$) of age of cows on SNF, protein, salts, density, and freezing point; season on fat; PCV on milk density; and region of sampling and number of daily milking on electrical conductivity. None of the examined seven factors had a statistical significant effect on TS and lactose ($P > 0.05$). It is evident that N'Dama breed cow milk has specific nutritional quality, in terms of high fat content and slightly high lactose content, compared to international breeds.

The prevalence of AAT from many perspectives and the need for analysis of farmers by certain factors before veterinary and milk production interventions are designed were discussed. Information generated from the various phases of this thesis implies that threat of AAT still exists in the country and the disease should not be overlooked.

Keywords: Trypanosomosis, prevalence, cattle, blood diagnosis, milk analysis.

ÖNSÖZ

Bu doktora tez konusunun belirlenmesinden bu zamana kadar olan yolculuk hem zorlu hem ödüllendirici oldu. Özellikle belirtmek isterim ki, bu doktora araştırma projesinin çok büyük bir maliyet ve çaba gerektireceğini tam kavramadan önce proje önerisini yazmış ve başarıyla savunmuştum. Kaynak ve mali destek için çeşitli kuruluşlara teklifler yazıldıktan sonra, bunlardan birkaçı, kısmi destek için olsa da, olumlu olarak değerlendirildi ve araştırma çalışmalarına fazla gecikmeden başlandı. Bu araştırma çalışmasını yürütürken geçen yaklaşık üç yıl boyunca edindiğim deneyimler, değerli bir süreçten hiç vazgeçmemek gerektiğini bana öğretti.

Sahadaki hayvanlardan kan ve süt örnekleri almak, pek çok açıdan hiç de kolay bir iş değildi. Mesela, yağmur yağarken ve hem soğuk hem sıcak mevsimlerde örnek almak gerekiyordu. Evden uzak yerlerde uyumak zorunda kalmak ve bazı çiftliklere ulaşmak için Gambiya Nehri'ni birçok defa teknelerle geçmek, sahaya dayalı araştırmanın zorluklarını daha iyi anlamamı sağladı. Meta-analiz prosedürlerini baştan itibaren öğrenmek zorunda olmak ve bu ve moleküler biyoloji gibi yeni bir bilimsel yaklaşımı kullanmak başlangıçta çok zor görünmüştü ama sonunda kazanılan deneyimler bunlara değdi. Çok daha ilginç olan, yeni öğrenilen bir dilde (Türkçe) doktora yapmaktır; bu, aynı zamanda iki doktora yapmaya benzetilebilecek çok büyük bir çabadır.

Genel olarak değerlendirildiğinde, bu doktora araştırmasından elde edilen çeşitli yeni bilimsel bilgi ve kazanımların, gelişmekte olan ülkelerde gelir, süt, et, gübre, çeki gücü ve prestij kaynağı olarak N'Dama gibi yerli ırkları halen yetiştirmeye devam eden küçük ölçekli çiftçiler kapsamında tripanosomozis hastalığının daha iyi anlaşılmasına katkıda bulunacağına inanıyorum.

İZMİR

15/12/2021

Olawale Festus OLANIYAN

İÇİNDEKİLER

Sayfa

İÇ KAPAK	i
KABUL ONAY SAYFASI	iii
ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI.....	v
ÖZET	vii
ABSTRACT	ix
ÖNSÖZ	xi
İÇİNDEKİLER	xiii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xix
TABLolar DİZİNİ.....	xxi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xxv
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	6
2.1 Afrika’da Sığırcılık Hakkında Kısa Bilgi	6
2.2 Afrika Tripanosomozisi	8
2.2.1 Afrika hayvan tripanosomozisi (AHT).....	8
2.2.2 Tripanosomların döngüsel ve mekanik olarak bulaştırılması.....	9
2.2.3 Sığırlarda AHT teşhisi	10
2.2.4 AHT'yi anlamaya yönelik araştırmalar	11
2.2.5 Afrika insan tripanosomozisi (AİT).....	13

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

2.3 AHT ve Süt Arasındaki İlişki.....	13
2.4 Agropastoralizm (Agropastoral Tarım Sistemi) ve Süt Üretimi.....	15
2.5 Gambiya’da Sığırcılık Uygulamaları Hakkında Genel Bilgi.....	17
2.6 N'Dama Sığır Irkı.....	18
3. MATERYAL VE YÖNTEMLER	22
3.1 Çalışma Sahası ve Örnek Alma Hakkında Bilgiler.....	22
3.1.1 Ülke (Gambiya) hakkında bilgiler	22
3.1.2 Ankete ilişkin çalışma sahası ve katılımcılar	24
3.1.3 Kan örnekleri ile ilgili çalışma sahası ve örnek sayıları	25
3.1.4 Süt örnekleri ile ilgili çalışma sahası ve örnek sayıları.....	25
3.2 Genel Etik Hususları	30
3.2.1 Anket uygulanması	30
3.2.2 Kan örneklerinin alınması	30
3.2.3 Mikroskopi ile kanda teşhis	30
3.2.4 Kan örneklerinin moleküler analizi.....	31
3.2.5 Süt örneklerinin alınması	31
3.3 Sistematik Derleme ve Meta-Analiz	31
3.3.1 Raporlama kılavuzu	32
3.3.2 Çalışmaların tanımlanması.....	32

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

3.3.3 Verilerin (bilgilerin) çıkarılması.....	33
3.3.4 Havuzlanmış prevalans tahmini.....	34
3.4 Anket Çalışması (Nicel ve Nitel Bilgi Toplanması).....	34
3.4.1 Anketin tasarımı ve ön testi	34
3.4.2 Anketin uygulanması ve görüşmeler	35
3.5 Kan ve Süt Örneklerinin Alınması	35
3.5.1 Kan örneği alma prosedürleri	35
3.5.2 Süt örneği alma prosedürleri.....	37
3.5.3 Örnek alınan hayvanlarla ilgili kaydedilen değişkenler	38
3.6 Laboratuvar Analizleri.....	39
3.6.1 Paketlenmiş hücre hacminin (hematokrit) belirlenmesi	39
3.6.2 Tripanosom varlığı ve parazitemi için mikroskopi.....	40
3.6.3 <i>Trypanosoma</i> türleri için kan örneklerinde moleküler teşhis	42
3.6.4 Süt analizi	60
3.7 İstatistiki Analizler.....	61
3.7.1 Meta-analiz	61
3.7.2 Ankete ilişkin istatistiki analiz.....	63
3.7.3 Kan örneklerine ilişkin istatistiki analiz	63
3.7.4 Süt örneklerinden elde edilen veriler	65

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

4. BULGULAR.....	68
4.1 Sistematik Derleme ve Meta-analiz	68
4.1.1 Sistematik literatür taraması.....	68
4.1.2 AHT ile ilgili uygun çalışmalar	68
4.1.3 Sığırlarda tripanosomozis prevalansı	71
4.2 Anket Çalışması (Nicel ve Nitel Bilgi Toplanması)	75
4.2.1 Çalışmaya katılanların özellikleri	75
4.2.2 İneklerin yetiştirilme amaçları	76
4.2.3 AHT'nin varlığı, belirtileri ve vektörleri	76
4.2.4 Dişi sığırların AHT'ye duyarlılığı ve tedavi	78
4.2.5 AHT, ineklerin sağımı ve AHT'nin inek sütü üzerinde algılanan etkileri	80
4.3 Kan Örneklerine İlişkin Sonuçlar	83
4.3.1 Örnek alınan hayvanlar hakkında genel bilgiler	83
4.3.2 Mikroskopi ile AHT pozitif hayvanlar hakkında spesifik bilgiler	85
4.3.3 Muhtemel risk faktörlerine göre prevalans	89
4.3.4 <i>Trypanosoma</i> türlerini teşhis etmek için gerçek zamanlı PZR (qPZR)	97
4.3.5 <i>Trypanosoma</i> türlerini teşhis etmek için geleneksel PZR.....	104
4.4 Süt Örneklerine İlişkin Sonuçlar	108

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

4.4.1 N'Dama inek sütünün bileşenleri ve fiziksel özelliklerine ilişkin tanımlayıcı değerler	108
4.4.2 N'Dama inek sütünün bileşenleri ve fiziksel özelliklerini etkileyen potansiyel faktörler	109
4.4.3 Süt bileşenleri ve fiziksel özellikleri üzerinde muhtemel etkileri olan faktörlere genel bakış.....	115
4.4.4 İncelenen süt parametreleri arasındaki korelasyonlar.....	116
5. TARTIŞMA.....	117
5.1 Sistematik Derleme ve Meta-analiz.....	117
5.1.1 Gambiya'da AHT üzerindeki çalışmalar hakkında kaynakça.....	117
5.1.2 Analiz edilen veriler	118
5.1.3 Heterojenliğin ele alınması.....	118
5.1.4 Sığırlarda AHT prevalansı ve yorumlanması	119
5.2 Anket Çalışması.....	123
5.2.1 Çalışma katılımcılarının özellikleri	123
5.2.2 İnekleri yetiştirme amaçları	124
5.2.3 AHT hakkında bilgi	125
5.2.4 Uygulamalar ve politika için çalışmanın sonuçları	128
5.3 Kan Örneklerinin Mikroskopi ve Moleküler Analizi	129
5.3.1 Kan analizi için örnek alınan hayvanlar	129

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

5.3.2 Parazitemi, tripanosom prevalansı ve enfeksiyon tipi	130
5.3.3 Sığırlarda AHT için muhtemel risk faktörleri.....	134
5.3.4 Moleküler teşhis hakkında tartışma	145
5.3.5 <i>T. congolense</i> ve <i>T. vivax</i> ile ilgili PZR testlerinin gözlenen sonucuna ilişkin açıklama	147
5.4 N'Dama İnek Sütü Üzerine Çalışma	150
5.4.1 Analiz edilen süt örnekleri	150
5.4.2 Süt bileşenleri konusunda tartışma	150
5.4.3 Sütün fiziksel özellikleri konusunda tartışma	158
5.4.4 Süt parametreleri için incelenen temel faktörlere genel bakış	164
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	168
KAYNAKLAR DİZİNİ	172
TEŞEKKÜR.....	204
ÖZGEÇMİŞ	205
EKLER.....	

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
1.1. Araştırma aşamaları ve ilgili faaliyetler.....	2
2.1. Farklı ülkelerde bulunan N'Dama ırkı sığırlar.....	19
3.1. Ülkede bulunan altı hayvancılık üretim bölgesinden, tez kapsamında anket uygulaması yapılan, kan ve süt örnekleri alınan beşini gösteren Gambiya haritası.	22
3.2. Gambiya'da dokuz ilçedeki 21 köyde 36 sürüden alınan kan örneklerinin dağılımı.....	27
3.3. Gambiya'da dokuz ilçedeki 19 köyde 30 sürüden alınan N'Dama inek sütü örneklerinin (233 adet [#]) dağılımı.	29
3.4. Çalışma sırasında sığırdan kan örneği alınması.....	37
3.5. Santrifüjden sonra kanın farklı bileşenlerini içeren bir kılcal cam tüp.	40
3.6. Tipik bir tripanosomun yapısı (Hoare, 1949).	41
3.7. qPZR'nin her çalışması hakkında bilgiler.....	53
3.8. Bio-Rad CFX 96 termal döngüleyicide qPZR veri analizi için arayüz.....	54
4.1. Literatür seçimi süreçlerini özetleyen PRISMA akış diyagramı.	69
4.2. AHT ile ilgili epidemiyoloji çalışmalarının çoğunlukla gerçekleştirildiği Gambiya'nın üç ilçesi.	70
4.3. Gambiya sığırlarında AHT prevalansı ile ilgili orman grafiği (1980 – 2018).....	72

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

Şekil	Sayfa
4.4. Laktasyondaki enfekte ineklerde katılımcılar (n = 157) tarafından gözlenen AHT belirtileri.	78
4.5. Dişi sığır kategorileri ve tripanosomozis enfeksiyonuna en duyarlı olduğunu belirten katılımcıların oranı.	79
4.6. Taqman universal ana karışım (mastermix) kullanarak TLR-8 [#] için gerçek-zamanlı polimeraz zincir reaksiyonu.	99
4.7. Taqman universal ana karışım (mastermix) kullanarak standart pozitif kontrol örnekleri için gerçek-zamanlı polimeraz zincir reaksiyonu.	100
4.8. Seçilen örneklerde <i>T. brucei</i> 'yi teşhis etmek için gerçek-zamanlı bir polimeraz zincir reaksiyonu testinin tipik bir çıktısı.	101
4.9. <i>T. brucei</i> 'nin pozitif kontrolü için bir bandı gösteren tipik bir QIAxcel çıktısı.	105
4.10. İki tarafında merdiven bulunan 48 PZR ürünü içeren bir jel.	106
4.11. “ITS PZR” kullanılarak sekiz standart pozitif örnek için yapılan termal gradyan sonuçları.	107
4.12. Salsa tamponu ve PAL polimeraz kullanılarak 60 °C tavlama sıcaklığında her örneğin 2 µL'sine dayalı olarak bir “ITS PZR” testinin sonuçları.	107
4.13. Üst sırada “TBR PZR” ve “TCS PZR” ve alt sırada “ITS PZR” amplifikasyon ürünlerini gösteren bir jel.	108
5.1. Niamina East ilçesinde erken kurak mevsim aylarında ITC/WALIC sığır sürüleri arasında aylık tripanosomozis prevalansı eğilimi.	121

TABLOLAR DİZİNİ

<u>Tablo</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Afrika’da 2020 yılında sığır, manda, koyun, keçi ve deve sayıları	7
2.2. Son yapılan ulusal hayvan sayımına göre (MoA, 2016) Gambiya’da sığır, koyun ve keçi sayıları (baş)	7
2.3. Batı ve Orta Afrika’daki ülkelerde N’Dama sığır ırkı popülasyonu (baş)	19
3.1. Gambiya’da 921 adet sığır kan örneğinin alındığı köyler	26
3.2. Gambiya’da toplam 235 inek sütü örneğinin ^a alındığı köyler.....	28
3.3. Alınan kan örneklerinin dağılımı	36
3.4. Kan ve süt örnekleri alınması sırasında kaydedilen değişkenler ve alt kategoriler	38
3.5. İncelenen tripanosomlar ve morfolojik özellikleri.....	41
3.6. Karanlık zemin/faz kontrast buffy coat tekniğinde parazitemi puanlama sistemi.....	42
3.7. IndiSpin [®] Pathogen Kit’in içeriği ve işlevleri [#]	44
3.8. qPZR ve dahili kontrol için primerlerin ve problemlerin ayrıntıları	50
3.9. Multipleks bir reaksiyonda 25 µL bir hacmin tipik açıklaması	51
3.10. Tekli bir reaksiyonda (<i>T. brucei</i>) 25 µL bir hacmin tipik açıklaması.....	51
3.11. Multipleks bir reaksiyonun ayrıntıları	52
3.12. Kullanılan qPZR protokolü.....	52

TABLOLAR DİZİNİ (devam)

<u>Tablo</u>	<u>Sayfa</u>
3.13. Geleneksel PZR için primerlerin ve reaksiyon koşullarının ayrıntıları	56
3.14. <i>T. vivax</i> 'ı teşhis etmek için türe özgü geleneksel PZR reaksiyonunun ayrıntıları.....	57
3.15. Geleneksel yuvalanmış ITS-PZR reaksiyonunun ayrıntıları.....	58
4.1. Gambiya sığırlarında AHT prevalansı için duyarlılık analizi#	73
4.2. Rastgele etkiler modeline dayalı olarak Gambiya sığırlarında AHT prevalansı için alt grup analizi	74
4.3. Katılımcıların sosyo-demografik özellikleri	75
4.4. Ankete katılanların sürüyle bağlantı durumu ve etnik gruplarına göre inekleri yetiştirme amaçları.....	77
4.5. En yüksek AHT enfeksiyon oranlarının beyan edildiği laktasyon dönemlerine göre AHT'nin inek sütü üzerindeki algılanan etkileri	81
4.6. En yüksek AHT enfeksiyon oranlarının beyan edildiği mevsimlere göre AHT'nin inek sütü üzerindeki algılanan etkileri	82
4.7. Genotip ve mevsime göre örnek alınan hayvanlar	84
4.8. Cinsiyet ve yaş gruplarına göre örnek alınan hayvanlar	84
4.9. Cinsiyet ve kıl örtüsü rengine göre örnek alınan hayvanlar.....	85
4.10. Yağmurlu mevsimde alınan 445 kan örneğinden 12 pozitif örneğe ilişkin bilgiler#	87

TABLOLAR DİZİNİ (devam)

<u>Tablo</u>	<u>Sayfa</u>
4.11. Erken kurak mevsimde alınan 476 kan örneğinden 11 pozitif örneğe ilişkin bilgiler	88
4.12. Örnek alınan bölgeye göre prevalans.....	89
4.13. Örnek alınan ilçeye göre prevalans.....	90
4.14. Örnek alınan köye ve mevsime göre prevalans	91
4.15. Besleme şekli ve örnek alınan mevsime göre prevalans.....	92
4.16. Vücut kondisyonu ve örnek alınan mevsime göre prevalans	93
4.17. Örnekleme mevsimine göre prevalans ve PHH	93
4.18. Örnek alınan hayvanların cinsiyetine göre prevalans ve PHH	94
4.19. Örnek alınan hayvanların genotip ve cinsiyetine göre prevalans ve PHH	94
4.20. Örnek alınan hayvanların yaş grubu ve cinsiyetine göre prevalans ve PHH.....	95
4.21. Örnek alınan hayvanların PHH değerine dayalı olarak prevalans	95
4.22. Örnek alınan hayvanların enfeksiyon durumuna göre PHH	96
4.23. Örnek alınan hayvanların kıl örtüsü rengine göre prevalans	96
4.24. Yaşlı yetişkin dişi sığırların fizyolojik durumlarına göre prevalans ve PHH.....	97
4.25. Seçilen bazı örnekler için “nanodrop” yönteminin sonuçları	98

TABLOLAR DİZİNİ (devam)

<u>Tablo</u>	<u>Sayfa</u>
4.26. <i>T. brucei</i> için pozitif olduğundan şüphelenilen örnekler hakkında bilgi.....	102
4.27. <i>T. congolense</i> 'nin şüpheli pozitif örnekleri hakkında bilgi	103
4.28. <i>T. vivax</i> 'ın şüpheli pozitif örnekleri hakkında bilgi	104
4.29. N'Dama ineklerinin süt bileşenleri ve sütün fiziksel özelliklerine ilişkin tanımlayıcı değerler.....	109
4.30. N'Dama inek sütünde etkileyen potansiyel faktörlere göre kuru madde, yağ ve yağsız kuru madde için tahminlenen marjinal ortalamalar (TMO) ve standart hataları (SH).....	112
4.31. N'Dama inek sütünde etkileyen potansiyel faktörlere göre protein, laktoz ve tuz içeriği için tahminlenen marjinal ortalamalar (TMO) ve standart hataları (SH).....	113
4.32. N'Dama inek sütünde etkileyen potansiyel faktörlere göre yoğunluk, elektrik iletkenliği ve donma noktası için tahminlenen marjinal ortalamalar (TMO) ve standart hataları (SH).....	114
4.33. İncelenen süt bileşenleri ve fiziksel özelliklerini etkileyen ana ve potansiyel faktörlere genel bakış.....	115
4.34. N'Dama inek sütü parametreleri arasındaki Pearson korelasyonları.....	116
5.1. Süt örneği alınan N'Dama ineklerinin yaşı.....	165

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
%	Yüzde
°C	Santigrat derece
μ	Genel ortalama
μg	Mikrogram
μL	Mikrolitre
μM	Mikromolar
$\mu\theta$	Parametrik ortalama
$10\times$	10 kat konsantre
$2\times$	2 kat konsantre vb.
Ca	Calcium (Kalsiyum)
Cl	Chloride (Klorür)
g	Gram
H_0	Sıfır hipotezi
H_a	Alternatif hipotez
I^2	I^2 indeksi
K	Potassium (Potasyum)
kg	Kilogram
L	Litre
Mg	Magnesium (Magnezyum)
m^3	Metreküp
mL	Mililitre
mm	Milimetre
mM	Milimolar
mS	miliSiemens
n	Örnek sayısı
Na	Sodium (Sodyum)
r	Korelasyon katsayısı
P	İstatistiki önem düzeyi
Q-testi	Cochran'ın χ^2 testi
χ^2	ki-kare

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam)

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
AAT	African animal trypanosomosis
AHT	Afrika hayvan tripanosomozisi
AİT	Afrika insan tripanosomozisi
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AKh	Açık kahverengi
AN	Aşağı Nehir
BBM	Banjul Belediye Meclisi
BCT	Buffy coat technique (Buffy coat tekniği)
bç	Baz çifti (bp Base pair)
BD	Buzağı-dana (0-1 yaş)
BS	Batı Sahili
BY	Bir yaşını doldurmuş (1-2 yaş)
CI	Confidence interval
Cq	Quantification cycle (Miktar tayin döngüsü)
D	Dişi
DN	Donma noktası
DNA	Deoxyribonucleic acid (Deoksiribonükleik asit)
dNTP'ler	Deoksinükleotit trifosfatlar (Deoxynucleotide triphosphates)
E	Erkek
EDTA	Ethylenediaminetetraacetic acid (Etilendiamintetraasetik asit)
Eİ	Elektrik iletkenliği
ELISA	Enzyme-linked immunosorbent assay (Enzime bağlı immünosorbent testi)
EMM	Estimated marginal means
FTA	Flinders Technology Associates
FW	Fulladu West ilçesi
GA	Güven aralığı
GLM	General Linear Model
Gr	Gri
GY	Genç yetişkin (2-3 yaş)
HAT	Human African trypanosomosis
IBM SPSS	IBM Statistical Package for Social Sciences

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam)

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
ITC	International Trypantolerance Centre
ITS	Internal transcribed spacer (Dahili kopyalanmış aralayıcı)
KB	Kuruda, gebe değil
KBM	Kanifing Belediye Meclisi
KC	Kombo Central ilçesi
KE	Kiang East ilçesi
KG	Kuruda, gebe
KhGr	Kahverengi ve gri
KhSy	Kahverengi ve siyah
KKh	Koyu kahverengi
KK	Kuzey Kıyısı
KM	Kuru madde
KS	Kombo South ilçesi
KW	Kiang West ilçesi
KYT	Kısmi yem takviyesi
LAMP	Loop Mediated Isothermal Amplification (Döngü Aracılı İzotermal Amplifikasyon)
LB	Laktasyonda, gebe değil
LG	Laktasyonda, gebe
LSD	Least Significant Difference (Asgari Önemli Fark)
LSHTM	London School of Hygiene and Tropical Medicine
MD	Mevcut değil
MRC Unit	Medical Research Council Unit The Gambia at LSHTM
NCBI	National Center for Biotechnology Information
NE	Niamina East ilçesi
Nİ	Nianija ilçesi
N×G	N'Dama × Gobra melezi
O	Orta
ONG	Orta Nehir Güney
ONK	Orta Nehir Kuzey
PCR	Polymerase chain reaction
PCV	Packed cell volume

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam)

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
PHH	Paketlenmiş hücre hacmi
PY	Pre-yearlings [Buzağı-dana (0-1 yaş)]
PZR	Polimeraz zincir reaksiyonu
qPZR	Gerçek zamanlı PZR
rDNA	Ribosomal DNA (Ribozomal DNA)
RNA	Ribonucleic acid (Ribonükleik asit)
rpm	Revolution per minute (dakikada devir sayısı)
S	Standart sapma
SA	Sandu ilçesi
SH	Standart hata
SHS	Somatik hücre sayısı
SM	Sami ilçesi
SNF	Solids-not-fat
Sy	Siyah
SyGr	Siyah ve gri
SyKhGr	Siyah, kahverengi ve gri
TBE	Tris-borat-EDTA
TLR-8	Toll-like receptor 8 (Toll benzeri reseptör-8)
TMO	Tahminlenen marjinal ortalamalar
TS	Total solids
TY	Takviye yok
UD	Uygulanabilir değil
UFW	Upper Fulladu West ilçesi
WALIC	West Africa Livestock Innovation Centre (Batı Afrika Çiftlik Hayvanları Yenilik Merkezi)
Y	Yağlı
Y	Yearlings [Bir yaşını doldurmuş (1-2 yaş)]
YA	Young adults [Genç yetişkinler (2-4 yaş)]
YKM	Yağsız kuru madde
YN	Yukarı Nehir
YT	Yem takviyesi
YY	Yaşlı yetişkin (YY3 = 3 yaşında yetişkin sığır, vb.)
Z	Zayıf

1. GİRİŞ

Önceki araştırmaların sonuçları, Afrika Hayvan Tripanosomozisi (AHT) hastalığının Sahra-altı Afrika ülkelerinin çoğunda hala yetersiz hayvansal üretime ve hayvansal ürünlerin kıtlığına neden olduğunu göstermektedir. Sığırların çeki gücünü, süt ve et verimini azaltarak gıda güvenliğini etkilediğinden, AHT Gambiya’da halen önemli bir problem olmaya devam etmektedir. Bu hastalık aynı zamanda, hayvanların hasta olması ve ölmesine bağlı olarak dolaylı yoldan küçük çiftçilerin gelirini azaltmakta, geçimlerini tehlikeye sokmakta ve onların yoksullaşmasına ve yetersiz beslenmesine yol açmaktadır. Bu nedenle, AHT eradikasyonu ve gıda güvenliği programları için, AHT prevalansı ve tripanosomların dağılımının yanı sıra bunların inek sütü bileşimi üzerindeki etkilerinin daha iyi anlaşılması oldukça önemlidir. Bu doktora araştırmasında kullanılan disiplinler arası ve kesişen yaklaşımlar, daha iyi çiftçi uygulamaları ve ilgili politikalar için önerilerde bulunmak amacıyla belirli bir hayvan hastalığını değerlendirmek bakımından önemlidir.

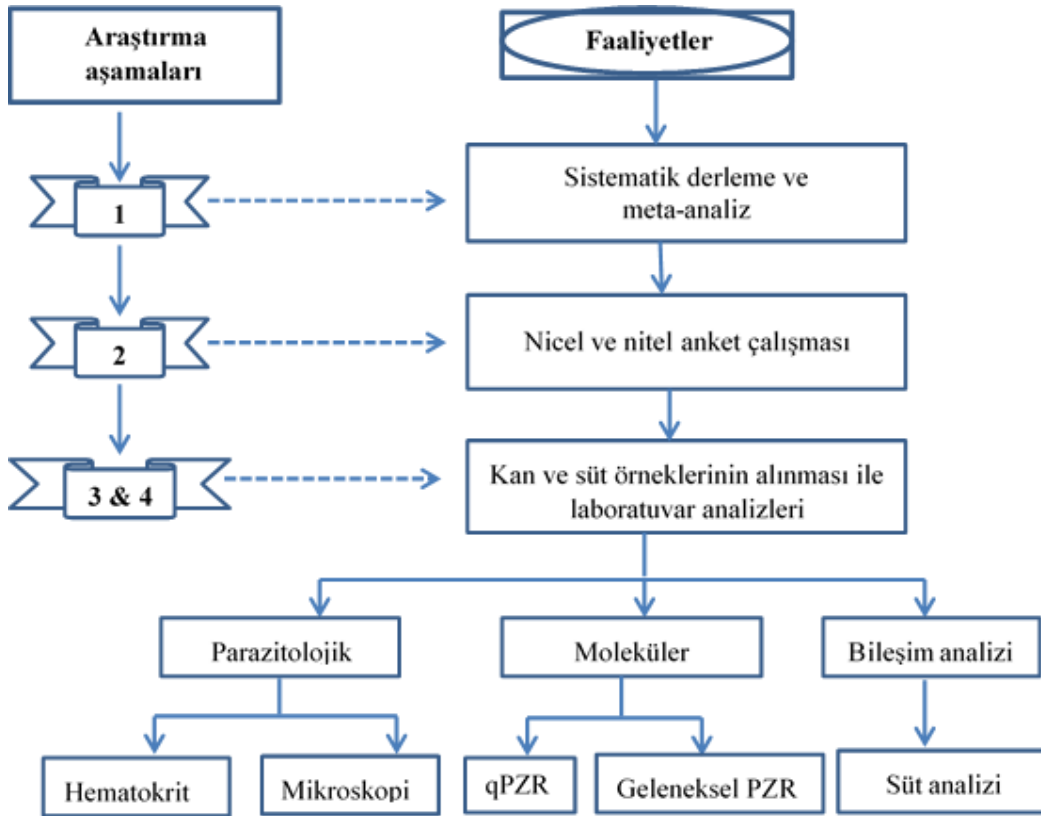
Gambiya’da doğal merada otlatılan sığırlarla ilgili bu çalışmada şunlar amaçlanmıştır:

- Mikroskopiye ve polimeraz zincir reaksiyonu (PZR) gibi daha modern bir teknolojiye dayalı olarak sığırlarda tripanosom türlerinin prevalansı ve dağılımı hakkındaki bilgileri güncellemek;
- Küçük ölçekli süt üreticilerinin AHT hastalığının kontrolü ve ortadan kaldırılması bakımından karşılaştıkları ana zorluklarla ilgili çözümleri belirlemek ve önermek;
- İnek sütünün bileşimini ve fiziksel özelliklerini ve bunları etkileyen faktörleri belirlemek;
- Gambiya’nın da içinde olduğu Sahra-altı Afrika başta olmak üzere, AHT hastalığının kontrolü ve eradikasyonu konusunda kararlara, teknik müdahalelere ve politikalara rehberlik edebilecek bilimsel kanıtların sağlanmasına katkıda bulunmak.

Bu araştırma kapsamında aşağıdaki araştırma soruları cevaplanmaya çalışılmıştır:

- Gambiya'daki sığırlarda mevcut tripanosom türleri ve prevalansı nedir?
- Gambiya'da AHT'den etkilenen bölgelerde küçük ölçekli inek sütü üretimini etkileyen çiftçilerin uygulamaları ve ana faktörler nelerdir?
- İnek sütünün bileşimi ve fiziksel özellikleri, belirli hayvan ve yönetim faktörlerine göre nasıl değişir?
- Küçük ölçekli çiftliklerde inek sütü üretimini ve uygulamaları iyileştirmenin ve aynı zamanda AHT hastalığına bağlı zorlukları ortadan kaldırmanın yolları nelerdir?

Şekil 1.1'de ve sonraki paragraflarda, bu çalışmada kullanılan materyal ve yöntemler hakkında bilgi verilmektedir.



Şekil 1.1. Araştırma aşamaları ve ilgili faaliyetler.

Bu doktora araştırmasının yürütülmesi için etik onay, WALIC/EGE/AS/1/2019 referans numarası ile, Banjul, Gambiya'da bulunan West Africa Livestock Innovation Centre (WALIC), adlı kuruluştan alınmıştır (Ek 1).

Araştırmanın birinci aşamasında, sistematik derleme ve meta analiz yapılarak Gambiya'da AHT prevalansı ile ilgili veri ve bilgi boşlukları incelenmiştir. Bu konuda 1980'den 2018'e kadar yapılan önceki nicel araştırmaları aramak ve seçmek için tarım ve biyoloji ile ilgili konularda yayınların yer aldığı sekiz bibliyografik veri tabanında (Scopus, Web of Science, PubMed, SpringerLink, Science Direct, Taylor and Francis, Wiley Online ve CAB Direct) tarama yapılmıştır.

Uygunluk için önceden dikkatlice tanımlanmış belirli koşullara dayalı olarak, bazı hakemli yayınlar ve gri literatürler (raporlar vb.) seçilmiş ve sonra gözden geçirilmiştir. Söz konusu seçilmiş yayınlardan elde edilen prevalans değerleri, havuzlanmış prevalans tahmini ve gelecekteki araştırmalar için yön gibi özet bilgiler oluşturmak üzere meta-analiz yoluyla istatistiki olarak birleştirilmiştir. Araştırmanın bu aşamasına dayanan bilimsel rapor, uluslararası hakemli bir dergide yayınlanmış bulunmaktadır (Ek 2). İngilizce yayınlanan makalenin başlığı Türkçe olarak şu şekildedir: "Saha koşullarında doğal enfeksiyonda tripanosomozis prevalansı: Sığırlara özel vurgu yapılmak kaydıyla Gambiya'da bulunan geviş getirenler üzerine 1980'den 2018'e kadar yapılan çalışmaların sistematik derlemesi ve meta-analizine ilişkin derinlemesine çalışmalar".

Araştırmanın ikinci aşamasında, AHT kontrolü ve inek sütü üretimi ile ilgili çeşitli uygulamaları dikkatlice değerlendirmek ve belgelemek üzere yarı yapılandırılmış anketler uygulanmış ve bu kapsamda çiftçiler ile çobanlarla yapılan görüşmelerde nicel ve nitel bilgiler elde edilmiştir. Kayıtlı tripanosomozis vakaları olan (literatür derlemesine ve uzmanların görüşlerine dayalı olarak) beş hayvancılık üretim bölgesinden 157 katılımcı amaçlı olarak seçilip anket uygulanmıştır. İstatistik analizde, çeşitli kategorik değişkenler arasındaki istatistiki ilişkiler Pearson ki-kare testi kullanılarak değerlendirilmiştir. Uygun

olduğunda, incelenen parametreler arasındaki ilişkinin gücünü değerlendirmek için ayrıca Phi veya Cramer's V değeri kullanılmıştır. Katılımcıların sosyo-demografik özelliklerini daha iyi anlamak için tanımlayıcı istatistikler de kullanılmıştır.

Araştırmanın üçüncü ve dördüncü aşamasında, bir sürünün seçilmesi için en az 30 hayvan olması şartı aranmıştır. Bir sürüde rastgele seçilen yaklaşık 25 hayvandan kan örnekleri (2 ila 4 mL) toplanırken, bu hayvanlar arasında yer alan laktasyondaki ineklerden de süt örneği (her birinden yaklaşık 50 mL) alınmıştır. Boyundaki toplardamardan (jugular ven) iğne ve şırınga kullanılarak, antikoagülan (pıhtılaşma önleyici) olarak etilendiamintetraasetik asit (EDTA) içeren 10 mL'lik steril tüplere toplam 921 kan örneği alınmıştır. Ayrıca, hayvanlar sabah meraya bırakılmadan önce 50 mL'lik tüplere toplam 235 bileşik süt örneği alınmıştır. Kan ve süt örnekleri, soğuk depolama ortamı (4 °C) kullanılarak analiz edilmek üzere laboratuvarlara nakledilmiştir. Örneklemeler sırasında, her hayvanla ilgili belirli bilgileri almak için örnek alınan hayvanların sahipleri/çobanlarına sorular sorulmuştur. Örnekler alınmadan önce çiftçinin rızası talep edilmiş olup anlaşma gönüllü olmaya bağlıydı. Kan ve süt örnekleri mevsimlik göç yapmayan yerleşik sürülerden alınmıştır.

Laboratuvarlarda, paketlenmiş hücre hacmi (PHH) veya hematokrit olarak da bilinen, kırmızı kan hücrelerinin hacim olarak yüzdesi ölçülerek bir hayvanın anemik durumu belirlenmiştir. Bu test, bir mikrohematokrit kılcal cam tüp okuyucu kullanılarak yapılmıştır. Bir hayvanın PHH değeri %20'ye eşitse veya daha düşükse o hayvan anemik olarak kabul edilmiştir. Daha sonra, kan örneklerinde tripanosomların varlığını, türünü ve yoğunluğunu belirlemek için, Murray et al. (1983) tarafından tanımlanan mikroskopi yöntemi (buffy coat tekniği - BCT) kullanılmıştır. Analizler, WALIC'in Kerr Serrigne, Keneba, Kudang ve Sololo'daki en yakın laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. Sahadan elde edilen veriler ile hematokrit ve BCT'ye dayalı veriler tanımlayıcı istatistikleri elde etmek üzere analiz edilmiştir.

Kan örneklerinde tripanosomların çeşitli türlerini ve prevalansını belirlemek için BCT'den daha duyarlı olan gerçek zamanlı PZR (qPZR) ve geleneksel PZR

de (kapiller ve jel elektroforezine dayalı) kullanılmıştır. Bu yöntemlerin (hem BCT hem PZR), enfeksiyon tiplerinin tek veya karışık olarak belirlenmesinde de kullanılması amaçlanmıştır. Moleküler analizlerle ilgili tüm faaliyetler, Fajara, Gambiya'da bulunan Medical Research Council Unit The Gambia at London School of Hygiene and Tropical Medicine (MRC Unit The Gambia at LSHTM) adlı birimde gerçekleştirilmiştir.

Sütün bileşimi ve fiziksel özellikleri bakımından analizinde, bileşik süt örneklerinde incelenen 10 parametre şunlardır: kuru madde (%), yağ (%), yağsız kuru madde (%), protein (%), laktoz (%), tuzlar (mineraller) (%), elektrik iletkenliği (mS/cm), su içeriği (%), donma noktası (°C) ve yoğunluk (kg/m³). Süt ile ilgili tüm analizler, WALIC'in daha önce bahsedilen dört laboratuvarında ultrasonik süt analiz cihazı (Lactoscan Model MCC50, Milkotronic Ltd., Bulgaristan) ile gerçekleştirilmiştir.

Öncelikle her süt parametresi için ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum değerler belirlenmiştir. Veriler daha sonra, IBM SPSS (Statistical Package for Social Sciences, versiyon 23) programında, GLM Univariate prosedürü (tek bağımlı değişkenli genel doğrusal model) kullanılarak derinlemesine incelenmiştir. Analizde, yedi sabit faktörün (örnekleme bölgesi, süt alınan ineğin yaşı, süt alınan ineğin kan PHH değeri, kıl örtüsü rengi, günlük sağım sayısı, süt alınan ineği besleme şekli ve süt örneği alma mevsimi) etkisi incelenmiştir. Tahminlenen Marjinal Ortalamalara (Estimated Marginal Means) dayalı ikili karşılaştırmalar, asgari önemli fark (least significant difference) seçeneği kullanılarak yapılmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 Afrika'da Sığırcılık Hakkında Kısa Bilgi

Sığırlar, Afrika'da ve dünyanın diğer bölgelerinde en yaygın olarak yetiştirilen ruminant türlerinden biridir. Afrika'ya ilk sığır ırkları göç, ticaret, savaşlar ve doğal afetler yoluyla getirilmiştir (Ajmone-Marsan et al., 2010), ancak coğrafi olarak birbirine yakın konumdaki popülasyonlar arasında genetik karışım olmuştur (Feliuss et al., 2011). Rege et al. (2001)'e göre, Afrika kıtasındaki yerli sığır ırkları hörgüçlü (*Bos indicus*) ve hörgüçsüz (*Bos taurus*) olarak gruplandırılabilir. Ayrıca bunların Sanga (*Bos indicus* × *Bos taurus*) ve Zenga (*Bos indicus* × Sanga) gibi melezleri de vardır (Rege, 1999). Genel popülasyona bakıldığında, hörgüçlü sığırlar (zebu) hörgüçsüz sığırlara göre daha fazladır, ancak Afrika kıtasında ilk evcilleştirilen grubun hörgüçsüz sığırlar olduğu düşünülmektedir (Rege et al., 2001). Diğer yandan, Rege (1999), son 100 yılda Afrika'da bulunan 145 sığır ırkının yaklaşık 22'sinin (% 15) neslinin tükendiğini, 47'sinin (% 32) ise yok olma riskiyle karşı karşıya olduğunu tahmin etmiştir. Kalan sığır ırklarının, dikkatli bir şekilde, tehlikelere maruziyetinin nasıl azaltılacağı, nasıl kullanılacağı ve nasıl korunacağı konusunda karar almaya ve politikaya yönelik kanıt sağlayabilecek kapsamlı çabalara ve araştırmalara halen ihtiyaç vardır.

Sahra-altı Afrika'daki küçük ölçekli çiftçilik sistemlerinde bulunan en yaygın sığır ırkları yerli olanlardır. Söz konusu sığır ırkları çeşitli sosyal, ekonomik, kültürel, dini amaçlı ve sigorta gibi kullanılmaktadır. Aynı zamanda, yetiştiricilerin ailesi ve toplumu için fiziksel varlıklar ve süt, et, gübre ve çeki gücü kaynaklarıdır. Uzun yıllar hem doğal hem yapay seleksiyon yanı sıra, sert çevre koşullarında ve zor yetiştirme şartlarında yaşamak için değişik adaptasyon kabiliyetleri nedeniyle, bu ırklar farklı iklimsel ve agroekolojik bölgelerde bulunurlar. Bu bakımdan tipik örnekler arasında Batı Afrika ve Orta Afrika'da bulunan N'Dama ırkı (Holt et al., 2016; Tano et al., 2003; Thévenona and Belemsaga, 2005), Doğu Afrika'da bulunan Boran ırkı (Shaw et al., 2014) ve Güney Afrika'da bulunan Tuli ırkı (Nyamushamba et al., 2017) sayılabilir.

Afrika, 371 milyon baş sığır varlığıyla dünya toplam sığır varlığının yaklaşık olarak dörtte birine sahiptir (Tablo 2.1). Manda hariç diğer ruminant türleri bakımından da önemli bir popülasyona sahip olan Afrika'da, dünya koyun varlığının % 33.1'i, keçi varlığının da % 43.3'ü bulunmaktadır. Dünya deve varlığının ise çok büyük bir bölümü (% 87.2) Afrika'dadır.

Tablo 2.1. Afrika'da 2020 yılında sığır, manda, koyun, keçi ve deve sayıları

Tür	Sayı (baş)	Dünya varlığının %'si
Sığır	370 960 336	24.3
Manda	1 671 403	0.8
Koyun	418 303 807	33.1
Keçi	489 021 886	43.3
Deve	33 691 906	87.2

Kaynak: <https://www.fao.org/faostat/en/#data>

Gambiya'da sığır sayısı, ülkenin küçüklüğü ve AHT zorluğu gibi birçok nedenden dolayı her zaman 300,000 baş civarında dalgalanmıştır. Son yapılan hayvan sayımına göre (MoA, 2016) Gambiya'da yaklaşık 258,000 baş sığır, 173,000 baş koyun ve 328,000 baş keçi olduğu bildirilmiştir (Tablo 2.2). Bu ülkede manda ve deve bulunmamaktadır.

Tablo 2.2. Son yapılan ulusal hayvan sayımına göre (MoA, 2016) Gambiya'da sığır, koyun ve keçi sayıları (baş)

Bölge	Sığır			Koyun			Keçi		
	N'Dama	Gobra	Diğer	Djallonke	Sahelian	Melez	Batı Africa cücesi	Sahelian	Melez
BBM	0	0	0	231	90	88	166	0	0
KBM	5	0	0	3 485	707	730	3 359	282	279
BS	33 111	447	190	22 429	672	224	66 523	72	72
AN	23 640	994	2	11 699	127	26	26 404	51	7
KK	52 165	773	7	21 073	468	230	60 184	90	32
ONK	38 753	405	11	17 751	872	289	46 319	231	38
ONG	34 869	252	2	28 872	447	142	38 201	66	27
YN	71 002	885	115	60 927	501	582	85 447	46	440
Toplam	253 545	3 756	327	166 467	3 884	2 311	326 603	838	895

BBM = Banjul Belediye Meclisi (Banjul City Council)
 KBM = Kanifing Belediye Meclisi (Kanifing Municipal Council)
 BS = Batı Sahili bölgesi
 AN = Aşağı Nehir bölgesi

KK = Kuzey Kıyısı bölgesi
 ONK = Orta Nehir Kuzey bölgesi
 ONG = Orta Nehir Güney bölgesi
 YN = Yukarı Nehir bölgesi

2.2 Afrika Tripanosomozisi

2.2.1 Afrika hayvan tripanosomozisi (AHT)

AHT, Sahra-altı Afrika'da 37 ülkeye yayılan sınır ötesi bir hastalıktır (Ilemobade, 2009; Takeet et al., 2013). Bu hastalıkla ilişkili yaygın olarak görülen semptomlar arasında anemi, immünosüpresyon, ağırlık kaybı, süt veriminde azalma, aşırı zayıflama (emasiasyon), sağlıklı kıl örtüsü, burun ve gözlerden akıntı, mortalite ve ileri gebelikte yavru atma yer almaktadır (Batista et al., 2017; Morrison et al., 2016). Bu hastalık, tripanosom olarak bilinen protozoonlardan kaynaklanır. Sahra-altı Afrika'da sığırlarda yaygın olarak bulunan tripanosomlar *Trypanosoma vivax*, *T. congolense* ve *T. brucei* türleridir. Bu tripanosomlar, çeçe (tsetse) sinekleri (*Glossina* türleri) tarafından tükürük yoluyla kanlarına periyodik olarak bulaştırıldıklarında sığırları enfekte edebilir ve AHT'ye neden olabilir.

Bu arada; Orta Doğu ve Güneydoğu Avrupa'da (Giordani et al., 2016), İspanya ve Fransa gibi Batı Avrupa'da (Desquesnes et al., 2013), Güney ve Orta Amerika'da (Campigotto et al., 2015; Jones and Dávila, 2001) ve Asya'da da (Brun et al., 1998; Desquesnes et al., 2013; Pholpark et al., 1999) bazı tripanosomozis vakaları (AHT olması şart değil) bildirilmektedir. Ayrıca, Güney Amerika'da tripanosomların, özellikle *T. vivax*, at sinekleri (*Tabanus* türleri) ve ahır sinekleri (baldırsokan) (*Stomoxys* türleri) tarafından mekanik olarak sığırlara taşındığı bildirilmektedir (Giordani et al., 2016).

Tripanosomozis dağılımının, aynı ülke içinde bile, benzer olmadığını vurgulamak gerekir. Bununla birlikte, özellikle Batı, Orta ve Doğu Afrika'daki bazı ülkeler agroekolojik ve demografik faktörlere bağlı olarak daha hassastır. Bu ülkeler arasında Etiyopya, Kamerun, Uganda, Nijerya, Gana, Tanzania, Orta Afrika Cumhuriyeti, Zambiya, Burkina Faso, Mali, Gambiya, Senegal, Malavi vb. sayılabilir. Maalesef halen AHT için aşı yoktur ve bazı çiftçilerin yönetim uygulamaları da hayvanları hastalığa daha duyarlı hale getirmektedir. Gambiya'da AHT enzootiktir, hatta o kadar ki, ülkede yetiştirilen sığırların sadece %3'ü (MoA, 2016) N'Dama değildir. Ülkedeki sığır varlığının %97'sinin N'Dama olmasının nedeni, bu ırkın, AHT'nin yaygın olduğu yerlerde, çiftçilerin

kemoterapi ve kemoprofilaksi kullanmasına pek gerek olmadan hayatta kalabilen AHT'ye dirençli bir ırk olmasıdır.

2.2.2 Tripanosomların döngüsel ve mekanik olarak bulaştırılması

Tripanosomlar farklı şekillerde bulaştırılabilmektedir. Tripanosomların çoğu, çeçe sinekleri tarafından tükürük yoluyla sığırlara döngüsel olarak bulaştırılır. Pupa durumundan çıktığında bir çeçe sineğinde tripanosom bulunmaz. Parazitemik yani kanında parazitler bulunan bir memeli konak üstünde beslenirken tripanosom ile enfekte olur. Sinek tarafından alınan tripanosomların kan dolaşımı formları (=tripomastigotlar), sineğin sindirim sisteminde bir gelişme ve çoğalma döngüsünden geçer. Tripanosomların morfolojisinde ve ayrıca metabolizmasında önemli değişiklikler meydana gelir. Epimastigot form adı verilen uzun ince formlara dönüşürler, bunlar çoğalır ve sonunda enfektif metasiklik tripanosomları (=metatripanosomlar) meydana getirirler. Sinek, beslenme eylemi sırasında hortumu (proboskis) ile deriyi deler. Küçük kan damarlarının yırtılması ile dokularda bir kan havuzu oluşur ve sinek pıhtılaşmayı önlemek için tükürük enjekte eder. Konağın enfeksiyonu, tükürükteki enfektif metasiklik tripanosomlar ile bu aşamada gerçekleşir. Enfektif metatripanosomlar, enfeksiyon bölgesinde gelişir, çoğalır ve o bölgede deride bir şişlik veya lezyon görülebilir. Nihayetinde olgun kan tripanosomları (=tripomastigotlar) lenf damarları ve lenf düğümleri yoluyla kan dolaşımına salınır (Uilenberg, 1998).

Diğer bir bulaşma şekli, özellikle at sinekleri (tabanidler) ve ahır sinekleri (*Stomoxys* türleri) olmak üzere ısırıcı böcekler vasıtasıyla mekanik bulaşmadır. Mekanik bulaşma bazen çeçe sinekleri tarafından da gerçekleştirilebilir, ancak bu bulaşma şekli en çok büyük ısırıcı böceklerle etkilidir. Isırıcı bir böcek, kesintili beslenme sırasında tripanosomların kan formlarını enfekte bir hayvandan diğerine geçirir. Etkili aktarım için iki beslenme arasındaki sürenin kısa olması gerekir, çünkü kan kurduğunda tripanosomlar ölür. Bu bulaşma şeklinin önemi, mevcut konak ve ısırıcı böceklerin sayısına ve ayrıca tripanosomun türüne bağlı olarak bir yerden bir yere değişir. Tabanidler gibi büyük ısırıcı böcekler daha fazla kan taşır ve mesela sivrisineklere göre mekanik vektörler olarak rol oynama ihtimalleri daha yüksektir. Bu bulaşma şeklinin, *Trypanosoma vivax* ve *Trypanosoma evansi*

türlerinin Güney ve Orta Amerika'da ve ikinci türün Kuzey Afrika ve Asya'da da varlığını sürdürmesi için yeterince etkili olduğu ortaya konmuştur. Arap Yarımadasının güneybatısındaki küçük çeçe bölgeleri haricinde, tropikal Afrika dışında çeçe sineği görülmemektedir (Uilenberg, 1998).

2.2.3 Sığırlarda AHT teşhisi

Trypanosoma türleri, konaklarda lenfatik sistemi ve kan dolaşım sistemini istila eden ve çeşitli patolojik değişikliklere neden olan hücre dışı patojenlerdir (Yaro et al., 2016). Anemi (düşük PHH) AHT teşhisinde kullanılan tutarlı birincil göstergelerden biridir (Courtin et al., 2008; Dagnachew et al., 2017). Hayvanlarda tripanosomozisin en belirgin klinik özelliklerinin aralıklı ateş ve anemi olduğunu bildiren Naessens (2006), patolojinin karmaşık olduğunu, anemiye birden fazla mekanizmanın katkıda bulunduğunu ve her bir mekanizmanın göreceli katkısının her konak-parazit kombinasyonu için farklı olacağını belirtmektedir. Diğer yandan, doğal çiftlik hayvanı popülasyonlarında klinik AHT vakalarının teşhisi ve doğrulanması, hastalığın bilinen klinik semptomlarının diğer hayvan hastalıklarınıninkine benzer olması nedeniyle bazı zorluklar doğurmaktadır. Bu sınırlamanın üstesinden gelmek için, AHT üzerindeki son çalışmalarda, Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PZR) tekniği tek başına ya da mikroskopi ve seroloji ile birlikte yaygın olarak kullanılmaktadır.

PZR testinin duyarlılığı (1 tripanosom/mL kan düzeyine kadar) özellikle dikkat çekicidir ve kronik durumlarda bile buffy coat tekniğinkinden (BCT) yaklaşık iki ila üç kat daha fazladır (Desquesnes and Dávila, 2002). Bununla birlikte, PZR'nin bu duyarlılığı, örnek hazırlamaya ve kullanılan primerlere bağlıdır (Batista et al., 2017; Gall et al., 2004; Pinchbeck et al., 2008). Bildiğimiz kadarıyla, Gambiya'daki sığırlarda, neredeyse tüm ülke çapında alınmış kan örnekleri vasıtasıyla, bu üç tripanosomun (*T. congolense*, *T. vivax* ve *T. brucei*) prevalansına dayalı olarak AHT'yi incelemek için PZR kullanan halen hiçbir çalışma yoktur.

2.2.4 AHT'yi anlamaya yönelik araştırmalar

AHT konusunda bilimsel araştırmaların başlangıcı yaklaşık 100 yıl öncesine dayanmaktadır (İlemobade, 2009; Yaro et al., 2016). Geçmişteki bazı araştırmalar, bu hastalıkla ilgili patojenleri ve vektörleri, hastalığın bulaşma mekanizmalarını ve etkilerini tanımlamış ve aynı zamanda hastalıkla ilgili belirtileri ve semptomları açıkça ortaya koymuştur. Son zamanlarda, bu hastalığa yönelik epidemiyolojik çalışmalarda, PZR ve Döngü Aracılı İzotermal Amplifikasyon (Loop Mediated Isothermal Amplification-LAMP) gibi moleküler teknikler kullanılmaktadır. Çeşitli araştırmalarda, her bir tripanosom türünü belirlemek için mikroskopi [ya ince/kalın kan tabakası ya da beyaz-gri kan tabakası (buffy coat tekniği)] ve serolojik testler [ya boyanmış tripanosomlarla kart-aglütinasyon testi ya da enzime bağlı immünosorbent testi (ELISA testi)] kullanılmıştır. Bununla birlikte, PZR gibi deoksiribonükleik asit (DNA) belirleme testlerine kıyasla bu iki yöntem (mikroskopi ve serolojik testler) daha az duyarlıdır ve yanlış negatif veya yanlış pozitif sonuç verebilmektedir (Desquesnes et al., 2013; OIE, 2013; Pinchbeck et al., 2008).

Buna ek olarak, AHT ile ilgili eski ve yeni çalışmaların bazıları deneysel tasarım olup bunların bir kısmı kağıt üzerinde iyi olmakla beraber çiftçilerin gerçek şartlarını temsil etmiyordu. Doğal çiftlik hayvanı popölasyonlarını inceleyen az sayıdaki çalışmada vurgular, çoğunlukla, çiftçilerin AHT'ye karşı savunmasızlığı (Holt et al., 2016), hastalık kontrolü ve azalan hayvansal verimlilik ile ilgili ekonomik maliyetlerin değerlendirilmesi (Agyemang et al. 1990a; Muhanguzi et al., 2015; Salah et al., 2015), AHT prevalansı (Agyemang et al., 1991b; Dagnachew et al., 2017; Leta et al., 2016; Majekodunmi et al., 2013), çeçe sineği prevalansı ve kontrolü (Byamungu et al., 2016) ile AHT kontrol programlarının etkinliği (Meyer et al., 2016) üzerine olmuştur.

Hayvan hastalıklarının eradikasyonu ve genetik ışlah programlarında kanıta dayalı karar verme talebinin artmasıyla birlikte, mevcut bağımsız çalışmalardan yeni bilgilerin sentezlenmesine ihtiyaç vardır. Sistematik derleme ve meta-analiz bu konuda özellikle yararlıdır. Daha önceki araştırma çalışmalarından kanıt üretmeye yönelik bu yöntemler, sağlık bilimlerinde, sosyal bilimlerde, eğitim

alışmalarında ve farmasötik denemelerde yaygın olarak kullanılıyor olsa da, hayvan bilimlerinde ve veterinerlikte henüz çok fazla kullanılmamıştır. Bunun nedeni kısmen, çoğu meta-analizin, epidemiyoloji ve üreme çalışmalarında bir olgunun prevalansı (sıklığı veya yüzdesi) ile karşılaştırıldığında, randomize, kontrollü klinik deneylerin veya müdahalelerin etki büyüklüklerini değerlendirmeye çalışmasıdır (Lean et al., 2009; Neyeloff et al., 2012).

Sahra-altı Afrika'da AHT ve tripanosomların epidemiyolojisini anlamak için oldukça çok nicel ve nitel araştırma – deneme, gözlem, anket, sahadan örnek toplama – ve diğer bilimsel girişimler gerçekleştirilmiştir. Gambiya için, evcil hayvan türlerinde tripanosomların prevalansını anlamaya yönelik daha önceki çabalardan bazıları yüzyıldan fazla bir süre önce başlamıştır (Todd and Wolbach, 1912; Yorke and Blacklock, 1911). AHT'nin hayvansal üretim ve verimlilik üzerindeki iyi bilinen olumsuz etkisi, Gambiya'da 1984'te Uluslararası Tripanotolerans Merkezi (International Trypanotolerance Centre – ITC)'nin kurulmasıyla sonuçlanmıştır (bu kuruluşun adı daha sonra West Africa Livestock Innovation Centre (WALIC) olarak değiştirilmiştir). Kuruluşundan beri; AHT'ye özellikle toleranslı olan yerli ruminant ırkları açısından bu hastalığı daha iyi anlamak temel amacıyla hem deneysel hem doğal enfeksiyon vakalarında AHT üzerine birçok araştırma yapılmıştır. Bununla birlikte, Gambiya'daki sığırlarda saha koşullarında doğal AHT enfeksiyonu üzerine önceki araştırmaları veya anketleri sistematik olarak derleyen herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Ayrıca, Gambiya'da AHT ile ilgili önceki çalışmalar çoğunlukla, Orta Nehir Bölgesi'nde bulunan Niamina East ve Fulladu West ile Aşağı Nehir Bölgesi'nde bulunan Kiang West olmak üzere üç ilçeye odaklanmıştı (Olaniyan et al., 2021). Uzun süre önceki bir çalışma (1985-1991 arası), Batı Sahili Bölgesi'ndeki iki köyü de kapsıyordu (Agyemang et al., 1997). Olaniyan et al. (2021) tarafından bildirildiğine göre, *T. vivax*'ın popülasyon yapısını daha iyi anlamak için türe-özgü PZR kullanan tek bir alışma (Duffy et al., 2009) dışında, sığırlar üzerinde yapılan tüm bu önceki çalışmalarda mikroskopi kullanılmıştır. Ancak, Gambiya için ulusal düzeyde AHT bilgimizi artırmak için, daha yeni teşhis araçlarının kullanılmasına ve daha önce bu tür bir çalışmanın yapılmadığı diğer ilçe ve bölgelerden örnekler (hem kan hem süt) toplamaya ihtiyaç vardır. AHT

prevalansındaki eğilimi belirlemek için, daha önce çalışmaların yapıldığı yerlerde yeni örneklerin toplanmasına da ihtiyaç vardır. Bu, mevcut araştırmanın amaçlarından biridir.

2.2.5 Afrika insan tripanosomozisi (AİT)

Sahra-altı Afrika'daki, genellikle "uyku hastalığı" olarak adlandırılan Afrika insan tripanosomozisi (AİT) hastalığına, *Trypanosoma brucei gambiense* veya *T. brucei rhodesiense* neden olur. Her iki parazit de çeçe sineği (*Glossina* türleri) ile bulaşır ve *T. brucei gambiense* (kronik form) çoğunlukla Batı ve Orta Afrika'da, *T. brucei rhodesiense* (akut form) çoğunlukla Doğu ve Güney Afrika'da bulunur (Simarro et al., 2008; Truc et al., 2013; Jacob et al., 2017; Kasozi et al., 2021). Latin Amerika'da *T. cruzi*'nin neden olduğu Chagas hastalığı da (Amerika tripanosomozisi) vardır (Truc et al., 2013; Martins-Melo et al., 2014). AİT hastalığının deri, hemolenfatik ve merkezi sinir sistemi olmak üzere üç evresi vardır. Evreler ilerledikçe hastalığın belirtileri de ağırlaşmakta ve merkezi sinir sistemi tutulumu aşamasında görülen belirtiler arasında gündüz uyku basması hali de yer almaktadır (Pearson, 2020). Simarro et al. (2008)'e göre AİT 1960'larda Afrika kıtasından neredeyse tamamen silinmişti, ancak sürveyansın ve hastalıkla ilgili farkındalığın azalması gibi birçok faktör nedeniyle daha sonra vaka sayısında artış görülmüştür. AİT ve AHT, üretken ekonomik amaçlar için sırasıyla insan ve hayvan işgücünü azaltmaktadır (Alsan, 2015). Hem AİT hem AHT birlikte, Sahra-altı Afrika'daki kırsal ve tarımsal kalkınmayı olumsuz yönde etkilemekte ve bu nedenle bunların ortadan kaldırılması ve kontrolüne yönelik daha fazla araştırma gerekmektedir.

2.3 AHT ve Süt Arasındaki İlişki

Süt, dünyadaki birçok insan için beslenmenin önemli bir parçasıdır. Çiğ, ısıtılmış, işlem görmüş, fermente edilmiş veya diğer süt ürünlerine işlenmiş olarak tüketilebilen sütün beslenmedeki önemi uzun zamandır bilinmektedir. Kırsal kesimde, kent çevresinde ve kentte yaşayanların çeşitli yaş gruplarının yaşam şartlarının ve refahının iyileştirilmesinde inek sütünün büyük katkısı vurgulanmaktadır (Bateki et al., 2020; Chagunda et al., 2016; de'Besi and

Thieme, 2013). Bununla birlikte inek sütü, bileşimi ve özellikleri bakımından büyük farklılıklar gösteren karmaşık bir hayvansal üründür. Bu tür varyasyonlar, yalnızca sığır ırkları arasındaki farklılıklarla sınırlı değildir. Genetik ve bazı dış faktörlerden dolayı aynı ırk içindeki hayvanların süt bileşiminde de farklılıklar görülmektedir (Alothman et al., 2019; van den Berg, 1990). Sütün bileşiminde görülen varyasyonu çeşitli faktörlerin etkilediği açıktır ve bu konuda özellikle yerli ırklar üzerinde daha fazla bilimsel çalışmaya ihtiyaç bulunmaktadır.

Geviş getirenlerde, genel olarak tripanosomozis ile süt arasındaki ilişkiyi göstermek bakımından, mesela Campigotto et al. (2015), enfekte koyunların kolostrum ve sütünde PZR kullanarak *Trypanosoma evansi* varlığını belirlemiştir. Lopes et al. (2016), *T. vivax* ile enfekte keçilerde Wood'un doğrusal olmayan modelini kullanarak ve sütün fizikokimyasal özelliklerini değerlendirerek anormal laktasyon eğrisi ve süt kalitesi gözlemiştir. Sığırlarda ise Pholpark et al. (1999) tarafından Tayland'ın kuzeydoğusunda yapılan çalışmada, bölgeye yeni getirilen Holstein Friesian ineklerde subklinik tripanosomozis vakalarının süt veriminde azalmaya neden olduğu ortaya konulmuştur. Hastalığın laktasyondaki inekler üzerindeki etkisi ile ilgili olarak, Batista et al. (2007) kuzeydoğu Brezilya'nın yarı-kurak bölgesindeki bir çalışmada, tripanosomozis salgınından etkilenen ineklerin kan serumunda hipoglisemi bildirmiştir.

AHT'nin inek sütü üretimine olumsuz etkisi, Tanzanya (Malele, 2011) ve Etiyopya (Seyoum et al., 2013; Taye et al., 2012) gibi bazı Afrika ülkelerinde de bildirilmiştir. Gambiya'ya mahsus olarak, N'Dama ineklerinin sahada doğal tripanosom enfeksiyonunun (Agyemang et al., 1990a; 1991a) ve ayrıca Batı Afrika Cüce Koyunlarının *T. vivax* ile deneysel enfeksiyonunun (Akinbamijo et al., 1994) süt verimine olumsuz etkileri olduğu bildirilmiştir. Faye et al. (2005) tarafından yapılan çalışmada da süt verimi ve kan parametrelerine bakılmış olup tek doğum yapmış ve çok doğum yapmış Batı Afrika Cüce Keçilerinin *T. congolense* ile deneysel enfeksiyonunu takiben insan tüketimi için sağılan süt miktarı, PHH ve biyokimyasal bileşenlerde (plazma toplam protein, kolesterol ve albümin konsantrasyonu) önemli azalma ($P < 0.001$) olduğu kaydedilmiştir. Laktasyon gibi fizyolojik stres kaynakları inekleri tripanosom enfeksiyonlarına eğilimli hale getirirse de (Agyemang et al., 1991b), Afrika'da sığırların doğal

yetiştirme şartlarında gözlenen AHT ile inek sütünün bileşimi arasındaki ilişki üzerine sadece bir bilimsel araştırma makalesine rastlanmıştır (Agyemang et al., 1991a). Söz konusu bu tek çalışmada ise sadece süt, yağ ve protein verimleri ele alınmış, bahsedilen koşullar altında sütün fiziksel özellikleri incelenmemiştir.

Bu arada, gelişmekte olan ülkelerdeki AHT ve süt üretiminin karmaşık doğasından dolayı, Burian et al. (2019) ve Cheng et al. (2017), gıda güvenliği konularıyla ilgili olarak hastalıkların yönetiminin, yerel paydaşların ve birincil üreticilerin görüşlerini kapsamaması gerektiğini savunmaktadır. Yaklaşık 100 yıl öncesinden başlayarak Gambiya, AHT çalışmalarının bir merkezi olmuştur, ancak çiftçilerin bu hastalık hakkındaki bilgilerinin derecesini ve hastalığın özellikle süt verimi ve bileşimi bakımından ineğin laktasyonunu nasıl etkilediğini incelemek için çok az çaba sarf edilmiştir. Diğer yandan, bu konuyu ankete katılanların sosyo-demografik özelliklerine göre inceleyen herhangi bir çalışmaya da rastlanmamıştır.

2.4 Agropastoralizm (Agropastoral Tarım Sistemi) ve Süt Üretimi

Agropastoralizm, bitkisel üretim ve hayvansal üretimin birlikte yapılması olarak tanımlanmakta ve gerek yerleşik gerek göçebe toplumlarda uygulandığı belirtilmektedir (UNCCD, 2021). Tarım sistemlerinden biri olan agropastoralizm, bitkisel ürünlerin yetiştirilmesi ve değişen derecelerde tamamlayıcı olarak hayvanların yetiştirilmesi ile karakterizedir. Sistem, dünyanın yarı kurak, tropikal, subtropikal ve Akdeniz bölgelerindeki çiftçiler için bitkisel ve hayvansal protein kaynağı olan önemli bir gıda üretim kanalını temsil etmektedir. Agropastoral uygulamalar ve teknolojiler, Asya (Yu, 2016), Güney Amerika (Marsh, 2016; Nascimento et al., 2020) ve Afrika'da (Debela et al., 2019) zorlu çevre şartlarında yaşayan insanlar için bir hayatta kalma mekanizması olarak da kabul edilmektedir. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde hızlı dünya nüfus artışıyla ilgili sorunlar göz önüne alındığında, sistemin gıda güvenliğini sağlamada önemini koruduğu belirtilmektedir. Özellikle, sistemin geçim kaynağı ve gıda çeşitliliğini artırma potansiyeli kabul edilmektedir (Bonfiglioli, 1993; Burian et al., 2019; Fre and Tsegay, 2013; Rufino et al., 2013). Sığır, manda, deve, eşek, koyun ve keçi gibi çeşitli hayvan türleri genellikle bu sisteme uygundur ve agropastoralistler

tarafından yetiştirilmektedir. Bu hayvanlar arasında, özellikle Sahra-altı Afrika'nın ekstansif tarım yapılan bölgelerinde olmak üzere sığır varlığının daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Robinson et al., 2011).

Yerli sığır ırkları yanı sıra (Degen, 2011; Garoma et al., 2013) melezlerin de (Darfour-Oduro et al., 2010; Tegegne et al., 2013) bu çiftçilik sistemi altında nispeten iyi sağım performansı gösterdiği belirtilmektedir. Bu arada, önemli bir hayvansal protein kaynağı olan inek sütü, agropastoralistlerin hanehalkının her yaş grubu tarafından taze veya işlenmiş ürünler olarak tüketilmektedir. OECD/FAO (2020)'ye göre, 2019 yılında dünya süt üretiminin %81'i ineklerden elde edilmiş olup toplam küresel süt üretiminin yılda %1.6 artarak 2029 yılında 997 milyon tona ulaşacağı öngörülmektedir. Bu, diğer herhangi bir tarımsal üründen daha hızlı bir büyüme oranını göstermektedir. Sahra-altı Afrika'da üretilen sütün %75'i doğal meralarda otlayan sığırlardan elde edilse de (FAO, 2020), dünyanın bu bölgesinde yer alan ülkelerden yine de orta düzeyde üretim artışı beklenmektedir. Tropikal gelişmekte olan ülkelere süt endüstrisinin potansiyeli büyük olmakla birlikte (Hernández-Castellano et al., 2019), bu önemli tarım sektörü, özellikle birincil süt üreticilerinin karşılaştığı hayvan sağlığı ile ilgili zorluklar açısından, maalesef henüz tam olarak keşfedilmemiştir.

Sahra-altı Afrika ülkelerinde yeterli inek sütü üretimini engelleyen temel faktörler arasında çiftçilerin sürülerindeki sağlık sorunları yer almaktadır. Bu anlamda, AHT'nin, bu hastalık bakımından doğal enfeksiyon tehdidi altındaki ineklerin süt üretimini olumsuz etkileyen başlıca hastalıklardan biri olduğu bildirilmektedir (Agyemang et al., 1990a; 1991a; Chanie et al., 2013). AHT, ölümcül bir hastalık olmasının dışında, hayvanların üretkenliğine de zarar vermektedir (Batista et al., 2017; Smetko et al., 2015), bu da çiftçilerin yıllık olarak maruz kaldıkları yüksek tedavi ve vektör kontrolü masraflarına neden olmaktadır. Bu hastalık uzun yıllardır bilimsel çalışmaların konusu olmuştur, ancak hastalıkla bağlantılı hayvansal üretim problemleri bugün hala büyük endişe kaynağıdır. Hatta Alsan (2015), Sahra-altı Afrika'nın yüksek potansiyele sahip bölgelerinde uygun maliyetli bitkisel üretim-hayvancılık tarım sisteminin gelişmesinin, AHT'nin ana vasıtası olan çeçe sineğinin yüksek prevalansı tarafından büyük ölçüde engellendiğini öne sürmüştür.

Agropastoralistler tarafından yerli sığır ırklarını açık çayır veya meralarda otlatmaya dayalı küçük ölçekli süt üretim sistemi, geçmişi çok eskiye dayansa da, Sahra-altı Afrika ülkelerinde hala en yaygın sistemdir. Sistemin, Doğu (Bateki et al., 2020) ve Güney Afrika (Mapiye et al., 2020) gibi kıtanın farklı bölgelerinde süt verimlerinin iyileştirilmesine yönelik hayati önemi bilinmektedir. Bununla birlikte, Gambiya'yı da kapsayan Batı ve Orta Afrika ülkelerinde bugüne kadar bu açıdan çok az çalışma yapılmıştır. Süt üretiminin artmasına ve beslenme güvenliğine katkıda bulunma potansiyellerine rağmen, böyle bir tarım sisteminde bulunan N'Dama sığırları gibi yerel şartlara adapte olmuş ırkların süt bileşimi ve kalitesi üzerine halen bir araştırma yetersizliği bulunmaktadır.

2.5 Gambiya’da Sığırcılık Uygulamaları Hakkında Genel Bilgi

Gambiya'da yağmur mevsimi kısa olup Temmuz'dan Ekim'e kadar yaklaşık dört ay sürer. Bu mevsimde, çoğu hayvan yetiştiricisi yer fıstığı, sorgum, darı, mısır ve pirinç gibi ürünlerin yetiştirilmesiyle de uğraşır. Hasattan sonra, yer fıstığı gibi bazı ürünlerin artıkları toplanır ve öküzleri beslemek için depolanırken, diğer ürünlerin artıkları izleyen kurak mevsimde ruminant hayvanları beslemek için tarlada bırakılır. Hayvanların zirai artıklar üzerinde otlarken çıkardığı gübre, bir sonraki bitkisel üretim mevsimine kadar toprakta kalır ve önemli bir organik gübre kaynağı olarak hizmet eder. Sığırlardan ve küçük ruminantlardan (koyun ve keçi) elde edilen bu gübre, meyve ağaçlarının gübrelenmesinde de kullanılmaktadır (Agyemang et al., 1997).

Sığırların yönetiminde iki sistem uygulanmaktadır. Bunlardan biri, sürülerin sahipleri tarafından idare edilmesi olup esas olarak Fula kabilesinde uygulanan sistemdir. Diğer sistemde ise, esas olarak Mandinka kabilesi için geçerli olmak üzere, sürüler sahipleri tarafından idare edilmez. Bu sistemde sürüler, genellikle sütleri karşılığında Fula kabilesinden çobanlar tarafından yönetilir. İneklerin günde sağılma sayısı (bir veya iki kez) sürünün yönetim modeline bağlıdır. Fula kabilesi çobanları tarafından idare edilen Mandinka kabilesi sürüleri günde iki kez sağılırken, hem sahibi hem yöneticisi Fula kabilesinden olan sürüler günde bir kez sağılmaktadır (Agyemang et al., 1997).

Bir sığır sürüsü birden fazla kişiye ait olabilir ve bir sürü için tutulan çoban sayısı sürünün büyüklüğüne bağlıdır. Çobanların ödemesi genellikle, aile üyelerinin geçinme ihtiyaçlarını karşılamak için kullandıkları ve sattıkları sütle karşılanır. Bazı durumlarda, çobanlara bir ayın sonunda veya bir sözleşmeye dayalı olarak para ödenir.

Tüm sürülerde hayvanlar, çiftliklerin yakınındaki açık alanlarda gece boyunca bireysel olarak kazıklara bağlanır. Sığırlar sabah sağımdan sonra serbest bırakılır ve ortak arazilerde otlatılır. Temmuz-Ekim ayları arasındaki yağmurlu mevsimde, ekili ürünlere zararı önlemek için sığırlar grup olarak güdülür. Buzağuların, bağlama alanlarının çevresinde otlamasına izin verilir. Kasım-Haziran ayları arasındaki kurak mevsim boyunca ve ürünler hasat edildikten sonra, hayvanlar genellikle bir çoban olmadan serbestçe dolaşırlar. Bazı hayvanlar akşam geç saatlerde bağlama alanına dönebilirken, bazıları gelmeyebilir. Her sağımda, sütün salınmasını sağlamak için buzağının kısa bir süre emmesine izin verilir, ardından inek elle sağılırken yakınına bağlanır. Buzağı daha sonra kalan sütü emmek için serbest bırakılır. Buzağılar sağımcının takdirine bağlı olarak süttten kesilir ve süttten kesme süreci birkaç gün veya bazen haftalar sürebilir (Agyemang et al., 1997). Buzağuları süttten kesmenin sabit bir yaşı yoktur, ancak bu genellikle yaklaşık bir yaşında yapılır.

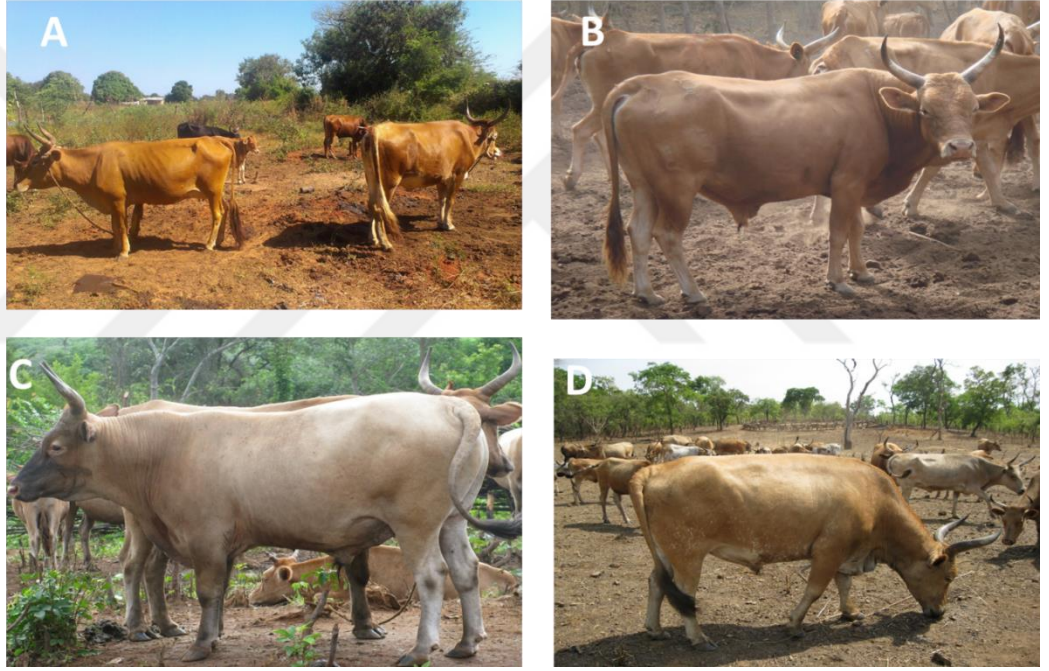
2.6 N'Dama Sığırırkı

N'Dama sığırırkı, tipik taurin morfolojik fenotiplerine sahip önemli bir hayvan genetik kaynağıdır. Bu ırk; yem kıtlığı, kötü beslenme şartları, kene enfestasyonu ve yıkıcı hayvan hastalıkları, bilhassa tripanosomozis ile başa çıkma yeteneğiyle özellikle bilinmektedir (Leroy et al., 2018; Olaniyan and Orunmuyi, 2017; Orenge et al., 2012; Traoré et al., 2018). Tropikal çevre şartlarına müthiş adaptasyon özellikleri nedeniyle, Batı ve Orta Afrika'daki ülkelerin çoğunda, en az 18 ülkede bulunmaktadır (Tablo 2.3). Ülkelere göre bakıldığında N'Dama sığırırkı en fazla Gine'de yer almakta, bu ülkeyi Mali ve Senegal izlemektedir. N'Dama ırkının özellikleri ile ilgili daha fazla bilgi değişik kaynaklarda (mesela ILRI, 2011 ve Olaniyan and Orunmuyi, 2017) yer almaktadır. N'Dama sığırırkına ait değişik ülkelerden fotoğraflar Şekil 2.1'de görülmektedir.

Tablo 2.3. Batı ve Orta Afrika'daki ülkelerde N'Dama sığır ırkı popülasyonu (baş)

Ülke	Popülasyon	Ülke	Popülasyon
Gine	3 756 353	Gana	35 849
Mali	2 020 714	Nijerya	26 000
Senegal	850 000	Liberya	7 100
Kongo Demokratik Cumhuriyeti	415 000	Gabon	6 060
Sierra Leone	333 200	Kamerun	2 500
Gine-Bissau	300 000	Burkina Faso	1 000
Gambiya	286 220	Orta Afrika Cumhuriyeti	600
Fildişi Sahili	198 996	Benin	500
Kongo Cumhuriyeti	64 000	Togo	300

Kaynak: DAD-IS (2021)



A) Gambiya'da N'Dama sığırlar (Fotoğraf: O.F. Olaniyan)

B) Senegal'de N'Dama sığırlar C) Gine'de N'Dama sığırlar D) Alaca N'Dama

B, C ve D “Projet régional de gestion durable du bétail ruminant endémique en Afrique de l'Ouest (PROGEBE) / Regional project on sustainable management of endemic ruminant animals in West Africa” adlı proje kapsamında çekilen fotoğraflardan alınmıştır.

Şekil 2.1. Farklı ülkelerde bulunan N'Dama ırkı sığırlar.

N'Dama gibi belirli sığır ırklarında tripanosomozise tolerans mekanizması, tripanosomlar tarafından enfekte edildiğinde daha hızlı ve daha iyi bağışıklık tepkisi vermesini ve sonuç olarak parazitemi düzeyini kontrol etmesini ve

azaltmasını sağlayan doğuştan gelen yeteneğe dayanmaktadır. Buna bağlı olarak daha az şiddetli anemi görülmekte veya anemi gelişmesi önlenebilmektedir (Murray et al., 1984; Dayo et al., 2012). Tripanosomozise tolerans temel olarak genetik bir özellik olup bir yüzyıldan daha uzun süre önce ilk olarak Batı ve Doğu Afrika'da keşfedilmiştir (Yaro et al., 2016). Trail et al. (1991), Gabon'da belirli bir N'Dama popülasyonunda ortalama PHH değerinin kalıtım derecesini 0.64 olarak tahmin etmiştir. Bu arada, tripanosomozise toleransın genomik mekanizmasının anlaşılmasını geliştirmeye ve AHT'nin eradikasyonu için uygulanmasına yönelik çalışmalar halen devam etmektedir.

N'Dama ırkı başka coğrafyalara da götürülmüştür. N'Dama sığırları Batı Afrika'dan 1825'te Karayip Denizindeki Martinik ve Guadeloupe adalarına, 1870 ile 1914 yılları arasında yine aynı bölgedeki Amerikan Virjin Adaları'na ithal edilmiş olup bu ada grubunda yer alan St. Croix'de 1900'lerin başında Red Poll ırkı sığırlarla melezlenmiş ve bunun sonucunda Senepol olarak adlandırılan bir ırk elde edilmiştir (Wilson, 2009). Gambiya, N'Dama ırkı bakımından özellikle benzersizdir, çünkü ülkedeki sığırların yaklaşık %97'si N'Dama'dır (MoA, 2016). Bu ırk çok amaçlı olup (Olaniyan, 2015) özellikle süt üretimi için değil, aynı zamanda çeki gücü, gübre ve et gibi ilave verimleri için de yetiştirilmektedir. Bu arada, Afrika'da aynı üretim sistemi altında yetiştirilen zebu sığırları (*Bos indicus*) ile karşılaştırıldığında N'Dama'nın verimlilik indeksi daha yüksek bulunmuştur (Agyemang et al., 1991a).

Epidemiyolojik bir çalışmanın parçası olan daha önceki bir araştırmada (Agyemang et al., 1991a), günde sağım sayısı, buzağılama sayısı, tripanosom enfeksiyon durumu, buzağının cinsiyeti ve buzağılama yılı-mevsimi gibi çeşitli faktörlere göre N'Dama ineklerinde süt verim özellikleri (süt, yağ ve protein verimleri) incelenmiştir. Bununla birlikte, bu ırkla ilgili halen çok daha fazla bilgi ve bulgu elde edilmesi gerekmektedir. Sürdürülebilir hayvancılık, iyileştirilmiş süt üretim sistemleri ve gıda güvenliği için artan küresel endişe göz önüne alındığında, gelişmekte olan ülkelerde kullanılan N'Dama gibi hayvan ırklarının daha iyi tanınması ihtiyacı daha da belirgin hale gelmektedir.

Çoğu ılıman ÷lkedeki ırkların aksine, tropik bölgelerde saha koşullarında yetiştirilen hayvanlar hakkında halen yetersiz literatür bulunmaktadır. Mevcut çalışmaların çoğu, esas olarak ırk, yem ve besleme uygulamalarının etkilerine odaklanmakta, çiftçilik sistemlerinin üretimi ve verimliliği nasıl etkilediğine ise çok fazla bakılmamaktadır. Bu arada, tropikal ÷lkelerde çiftçilerin hayvancılığa ilişkin çeşitli uygulamaları; hastalıkların önlenmesi ve süt üretiminin iyileştirilmesine yönelik olarak göz önünde bulundurulacak en önemli faktörleri veya faktörlerin kombinasyonunu belirlemek için gözleme dayalı uygun bir değerlendirmeyi gerektirir. Ayrıca önemle belirtmek gerekir ki, N'Dama sığırlarında verimlilik ve etkileyen hastalıklar konusunda çok sınırlı sayıda yeni çalışma bulunmaktadır.

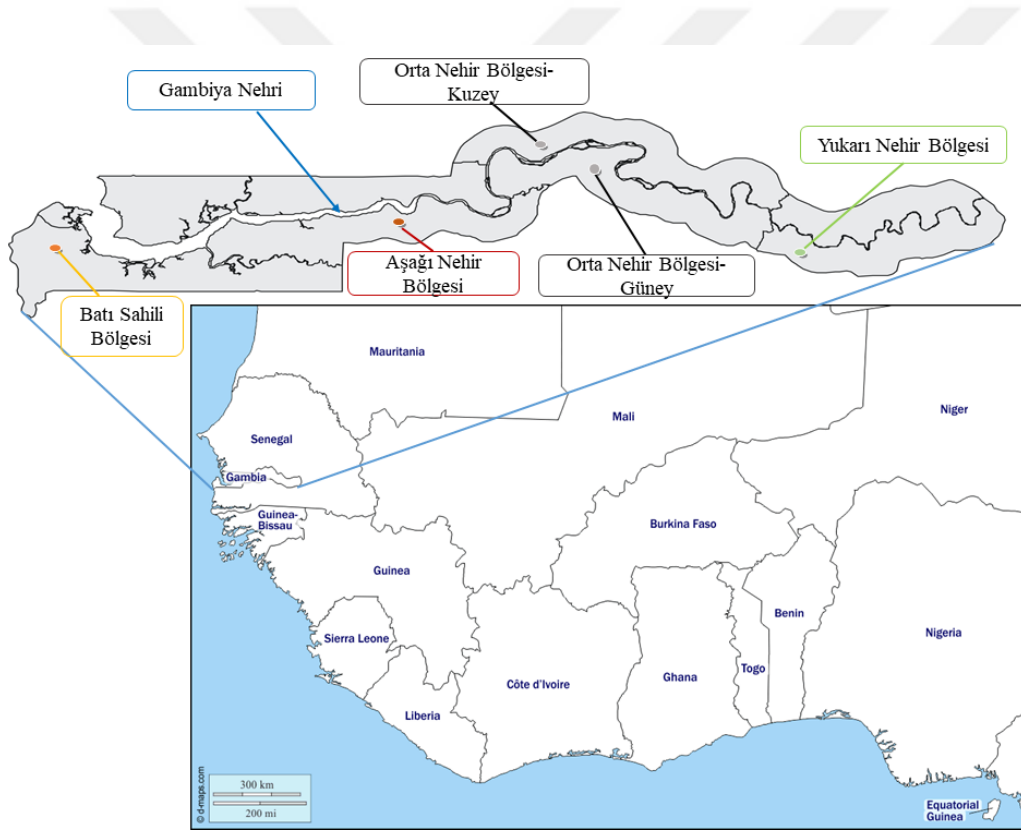


3. MATERYAL VE YÖNTEMLER

3.1 Çalışma Sahası ve Örnek Alma Hakkında Bilgiler

3.1.1 Ülke (Gambiya) hakkında bilgiler

Gambiya, Afrika'nın batı kısmında 13°05' ila 13°57' kuzey enlemleri ve 13°47' ila 16°74' batı boylamları arasında yer alan ve Atlantik Okyanusu'nun olduğu batı kıyısı dışında Senegal ile çevrili bir ülkedir. Ülke, boydan boya, halkın tarımsal uygulamalarını somut bir şekilde belirleyen Gambiya Nehri tarafından bölünmektedir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Ülkede bulunan altı hayvancılık üretim bölgesinden, tez kapsamında anket uygulaması yapılan, kan ve süt örnekleri alınan beşini gösteren Gambiya haritası.

Tarım, ülke ekonomisinin itici güçlerinden biridir ve 2019 yılında gayrisafi yurtiçi hasılanın %23.7'sini oluşturmuştur (GBoS, 2020). N'Dama sığırları, Djallonke koyunu ve Batı Afrika Cüce keçisi gibi yerel olarak adapte olmuş çiftlik

hayvanı ırklarının yetiştirilmesiyle birlikte yer fıstığı ve pirinç gibi ticari mahsullerin yetiştirilmesi, bu ülkedeki agropastoral sistemi karakterize etmektedir. Gambiya, hayvan tripanosomozis hastalığının enzootik olduğu bir ülkedir ve çeçe sineği bu bölgede AHT'nin ana vektörü olarak tanımlanmaktadır (Rawlings et al., 1993). Sığırlarda sürü düzeyinde aylık AHT prevalansı %42 kadar yüksek olabilirken (ITC, 2013), doğal merada yetiştirilen sığırlar üzerindeki çalışmaların yakın zamanda yapılan bir meta-analizine dayalı olarak tahminlenen havuzlanmış ulusal prevalans %5.2 olarak belirlenmiştir (Olaniyan et al., 2021).

Ülkenin tarımsal iklim (agroklima) durumu, kısa süren yağmurlu mevsim (Haziran-Ekim) ile Sudan-Gine iklimidir. Ortalama sıcaklık, kurak ve yağmurlu mevsimlerde sırasıyla 18°C ile 30°C ve 23°C ile 33°C arasında değişmektedir (World Bank, 2021). Okyanus ve sulak alanlardan etkilenen belirli yerlerde günlük 13°C ile > 43°C arasında sıcaklık gözlenebilir (Stafford, 2018). Kurak mevsimde bağıl nem iç kısımlarda %41'den kıyı bölgelerinde %68'e kadar değişir, ancak yağmurlu mevsimde ülke genelinde çoğu zaman %70'in üzerindedir. Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarındaki yağışlardan büyük ölçüde etkilenen yıllık ortalama yağış miktarı, ülkenin kuzey kesiminde 700 mm ve güney kesiminde 1000 mm'dir (GoTG, 2020).

Örnek alınan hayvanlar, kurak mevsimde doğal çayır ve meralarda genelde çobansız güdülmekte, yağmurlu mevsimde ise ekili mahsullere zarar vermemek için çobanla güdülmektedir. Çalışma sahasındaki sığırlara, bazı çiftçiler tarafından tuz, yer fıstığı otu veya pirinç samanı ile özellikle kurak mevsimde ilave besleme uygulanmakta, ancak yoğun yem nadiren verilmektedir. Yıl boyunca devam eden hayvanların çiftleşmesi (ineklerin tohumlanması) ve buzağılama, neredeyse tamamen doğal yollarla olmaktadır. Çiftçilerin çoğu agro-pastoralist olup sığır yetiştiriciliğine veya sahipliğine ek olarak yer fıstığı, mısır ve pirinç gibi mahsulleri yetiştirmektedir.

İneklerin sağımı elle ve çoğunlukla sadece sabah, bazen de hem sabah hem akşam yapılmaktadır. Kısıtlı emzirme en yaygın olan uygulamadır ve bu uygulamada memeyi uyarmak ve sütün indirilmesini başlatmak için buzağının analarını 30 ila 60 saniye emmesine izin verilmektedir. Daha sonra buzağılar

analarından ayrılarak yakındaki kazıklara bağlanmakta, anaları ise her bir meme başı birer birer sıkılarak elle sağılmaktadır. Bazen, elle sağım tamamlanmadan hemen önce buzağuların memeyi uyarma işlemini tekrarlamasına izin verilmektedir. Memedeki süt elle sağım sırasında genellikle tamamen boşaltılmış olmaz; zira anaları tarafından, doğuştan bir özellik olarak, buzağuların daha sonra emmesi için belirsiz bir miktar saklanır.

Çalışma sahasında inek başına günlük süt miktarı (buzağının emdiği hariç olmak üzere insanların tüketimi için elde edilen miktar) genellikle 0.5 ila 1.5 litre arasında değişmekte, ancak iyi yönetilen bazı sürülerde iki litreye yakın olabilmektedir. Ortalama buzağılama aralığı yaklaşık iki yıldır, çünkü çoğu inek buzağılarını yaklaşık bir yaşında süttten kestikten sonra yeniden gebe kalmaktadır. Süttten kesme yaşına ulaşmadan önce buzağının ölümü durumunda gebe kalma daha erken gerçekleşebilir.

3.1.2 Ankete ilişkin çalışma sahası ve katılımcılar

Anket çalışmasında, ülkenin coğrafi olarak belirlenmiş altı hayvancılık bölgesinden beşinden [West Coast Region (Batı Sahili Bölgesi), Lower River Region (Aşağı Nehir Bölgesi), Central River Region-North (Orta Nehir Bölgesi-Kuzey), Central River Region-South (Orta Nehir Bölgesi-Güney) ve Upper River Region (Yukarı Nehir Bölgesi)] toplam 157 katılımcı yer almıştır (Bkz. Şekil 3.1). Veri toplama, Ağustos 2019 ile Ocak 2020 arasında ve aşağıdaki 10 ilçede gerçekleştirilmiştir: Foni Jarrol, Kombo Central (Kombo Merkez), Kiang West (Kiang Batı), Lower Fulladu West (Aşağı Fulladu Batı), Niamina East (Niamina Doğu), Niani, Sami, Sandu, Tumana ve Upper Fulladu West (Yukarı Fulladu Batı). Ankete katılımcılar, incelenen hastalık (AHT) hakkında bilgisi olması şartına dayalı olarak, yani amaçlı seçilmiştir.

Uygulanabilir olduğunda; hedef kitlenin daha iyi kapsanmasını sağlamak için, görüşülen çiftçilerin ve yerleşik durumdaki hayvancılık yayım personelinin (livestock extension agents) katılımı vasıtasıyla kartopu örnekleme de (Noy, 2008) yapılmıştır. Bu arada, ülkede yüksek ile orta düzeyde AHT sıkıntısı bulunan bölgeler olan Orta Nehir Bölgesi Kuzey ve Güney'den daha fazla katılımcı

(%61.1) vardı. Çalışmaya 10 ilçede 43 köyden katılanların neredeyse tamamı (%96.2), bitkisel üretim ve aynı zamanda hayvancılık yapan tipik agro-pastoralistler idi. Geriye kalan %3.8'i ise sadece hayvancılık yapıyordu.

Sığır sürüsüne sahip olma veya bağlantı durumuna göre katılımcılar; sahipler, çobanlar veya hem sahip hem çoban olanlar şeklinde tanımlanabilir. Bu arada, N'Dama, ankete katılanların büyük çoğunluğu (%93.6) tarafından yetiştirilen ana sığır ırkıydı. Ankete katılanların yarısından biraz fazlası (%52.2) daha önce Arapça okullarına gitmişti. Katılımcıların %31.2'si örgün eğitim görmemişken, %3.8'i kolej veya üniversite eğitimi almıştı. Ankete katılanların çoğu (%72) 19 ila 65 yaşları arasında iken 21 yıl veya daha fazla çiftçilik tecrübesi olanların oranı %72.6 idi. Katılımcıların çoğu Fula (bazı ülkelerde Fulani veya Fulbe halkı olarak da bilinir) ve Mandinka etnik gruplarına mensuptu (sırasıyla %66.2 ve %26.1'i).

3.1.3 Kan örnekleri ile ilgili çalışma sahası ve örnek sayıları

Sığırlardan kan örneği alınacak bölgeler ve ilçelerin seçimi, Gambiya'da AHT ile ilgili daha önce gerçekleştirilen çalışmalar gözden geçirilmek suretiyle yapılmıştır. Bu çalışmada amaçlanan kapsayıcılık ve geniş muhteva bakımından, uzmanların görüşleri de alınmış ve çalışma alanlarının nihai seçiminde bir yerin tripanosomozis prevalans öyküsü dikkate alınmıştır. Sonuçta, beş bölgede (Bkz. Şekil 3.1) bulunan dokuz ilçe (Tablo 3.1 ve Şekil 3.2) hem yağmurlu hem kurak mevsimde kan örneği alınması için seçilmiştir. Sığır kan örneklerinin alındığı yerlerde, konumu belirlemek ve kaydetmek için Küresel Konumlandırma Sistemi (Global Positioning System - GPS) kullanılmıştır.

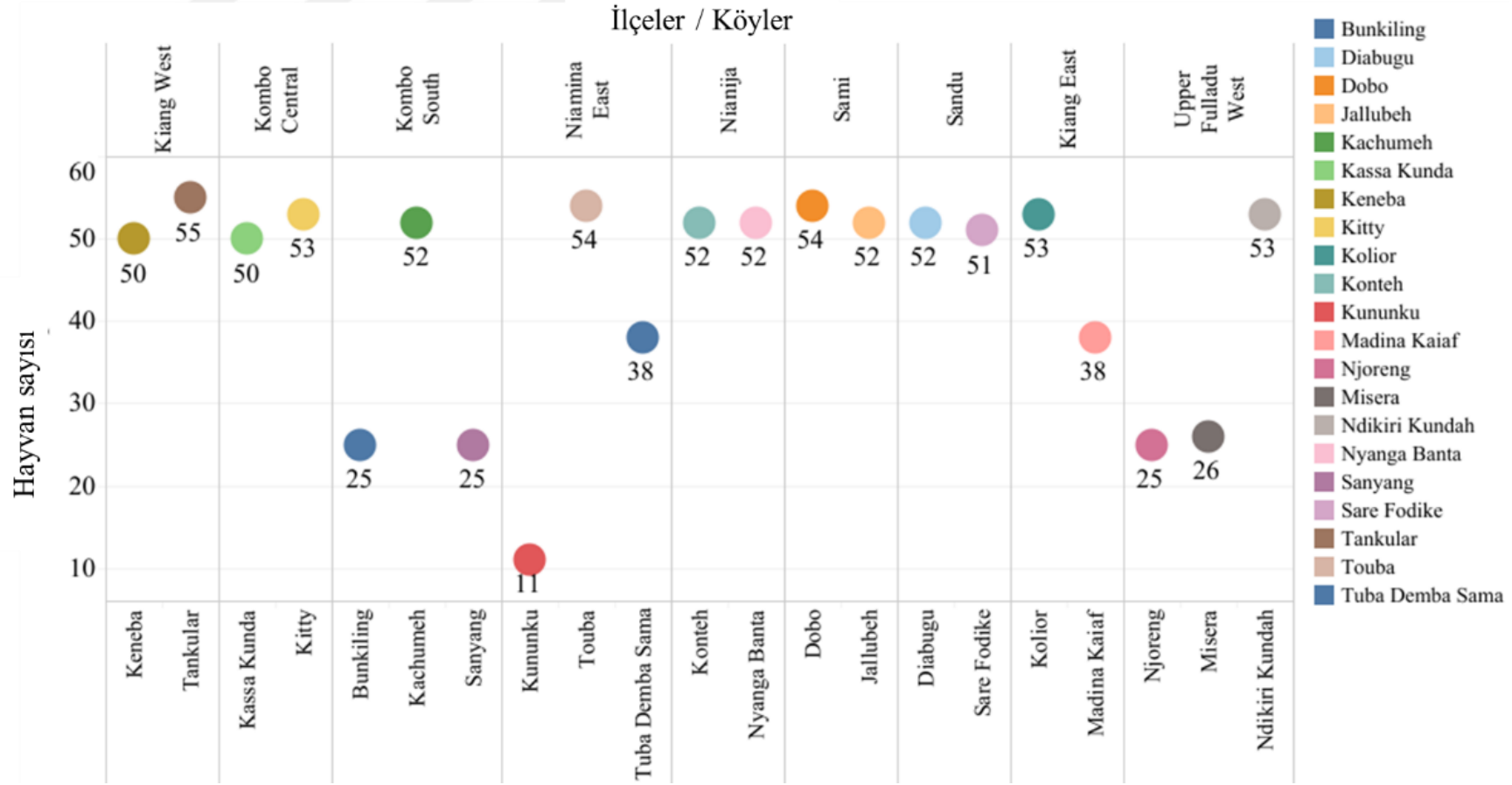
3.1.4 Süt örnekleri ile ilgili çalışma sahası ve örnek sayıları

Gambiya'nın altı hayvancılık bölgesinden beşinde bulunan 9 ilçeden inek sütü örnekleri alınmıştır. Tablo 3.1'de belirtilen her sürüden kan ve süt örnekleri alınması planlanmıştır. Ancak bu, bazı sürülerde laktasyonda olan ineklerin bulunmaması veya araştırmacının (tez sahibi) oraya varmasından önce ineklerin sağılıp bırakılması nedeniyle her sürüde mümkün olamamıştır. Tablo 3.2 ve Şekil 3.3'te, 19 köyde bulunan 30 ayrı sürünün her birinden alınan süt örneklerinin sayısı gösterilmiştir.

Tablo 3.1. Gambiya'da 921 adet sığır kan örneğinin alındığı köyler

Köy	İlçe	Mevsim	Sürü	Rakım (metre)	Enlem (°)	Boylam (°)	Hayvan sayısı
Kassa Kunda	Kombo Central	Yağmurlu	1 (A)	22	13.24628	16.69418	25
Kassa Kunda	Kombo Central	Yağmurlu	2 (B)	17	13.24637	16.69359	25
Bunkiling	Kombo South	Yağmurlu	3 (C)	27	13.26846	16.77850	25
Sanyang	Kombo South	Yağmurlu	4 (D)	8	13.26023	16.76847	25
Keneba	Kiang West	Yağmurlu	5 (E)	19	13.33762	16.02202	25
Keneba	Kiang West	Yağmurlu	6 (F)	16	13.33897	16.01990	25
Madina Kaiaf	Kiang East	Yağmurlu	7 (G)	47	13.37830	15.58799	25
Madina Kaiaf	Kiang East	Yağmurlu	8 (H)	45	13.37791	15.58856	13
Tuba Demba Sama	Niamina East	Yağmurlu	9 (I)	17	13.65809	14.97988	38
Kununku	Niamina East	Yağmurlu	10 (J)	11	13.66420	14.98883	11
Njoreng	UFW ^a	Yağmurlu	11 (K)	12	13.34416	14.64462	25
Misera	UFW	Yağmurlu	12 (L)	46	13.39615	14.66107	26
Nyanga Banta	Nianija	Yağmurlu	13 (M)	14	13.76633	15.03573	27
Nyanga Banta	Nianija	Yağmurlu	14 (N)	17	13.76657	15.03574	25
Dobo	Sami	Yağmurlu	15 (O)	16	13.48252	14.64148	27
Dobo	Sami	Yağmurlu	16 (P)	20	13.48350	14.64186	27
Sare Fodike	Sandu	Yağmurlu	17 (Q)	48	13.40064	14.35127	25
Sare Fodike	Sandu	Yağmurlu	18 (R)	42	13.40103	14.35067	26
Kitty	Kombo Central	Kurak	19 (A)	26	13.22195	16.66187	26
Kitty	Kombo Central	Kurak	20 (B)	41	13.22227	16.66421	27
Kachumeh	Kombo South	Kurak	21 (C)	65	13.22811	16.76272	26
Kachumeh	Kombo South	Kurak	22 (D)	17	13.22810	16.76203	26
Tankular	Kiang West	Kurak	23 (E)	74	13.41110	16.03662	28
Tankular	Kiang West	Kurak	24 (F)	17	13.41076	16.03414	27
Kolior	Kiang East	Kurak	25 (G)	10	13.43204	15.67026	27
Kolior	Kiang East	Kurak	26 (H)	12	13.42578	15.67215	26
Touba	Niamina East	Kurak	27 (I)	16	13.66603	14.97839	27
Touba	Niamina East	Kurak	28 (J)	16	13.66078	14.97704	27
Ndikiri Kundah	UFW	Kurak	29 (K)	26	13.42049	14.61104	27
Ndikiri Kundah	UFW	Kurak	30 (L)	32	13.42077	14.60999	26
Konteh	Nianija	Kurak	31 (M)	15	13.72311	15.16034	26
Konteh	Nianija	Kurak	32 (N)	20	13.72353	15.16202	26
Jallubeh	Sami	Kurak	33 (O)	15	13.55570	14.53979	22
Jallubeh	Sami	Kurak	34 (P)	38	13.55519	14.54292	30
Diabugu	Sandu	Kurak	35 (Q)	21	13.39651	14.39956	26
Diabugu	Sandu	Kurak	36 (R)	24	13.39187	14.39842	26

^a UFW = Upper Fulladu West



Şekil 3.2. Gambiya’da dokuz ilçedeki 21 köyde 36 sürüden alınan kan örneklerinin dağılımı.

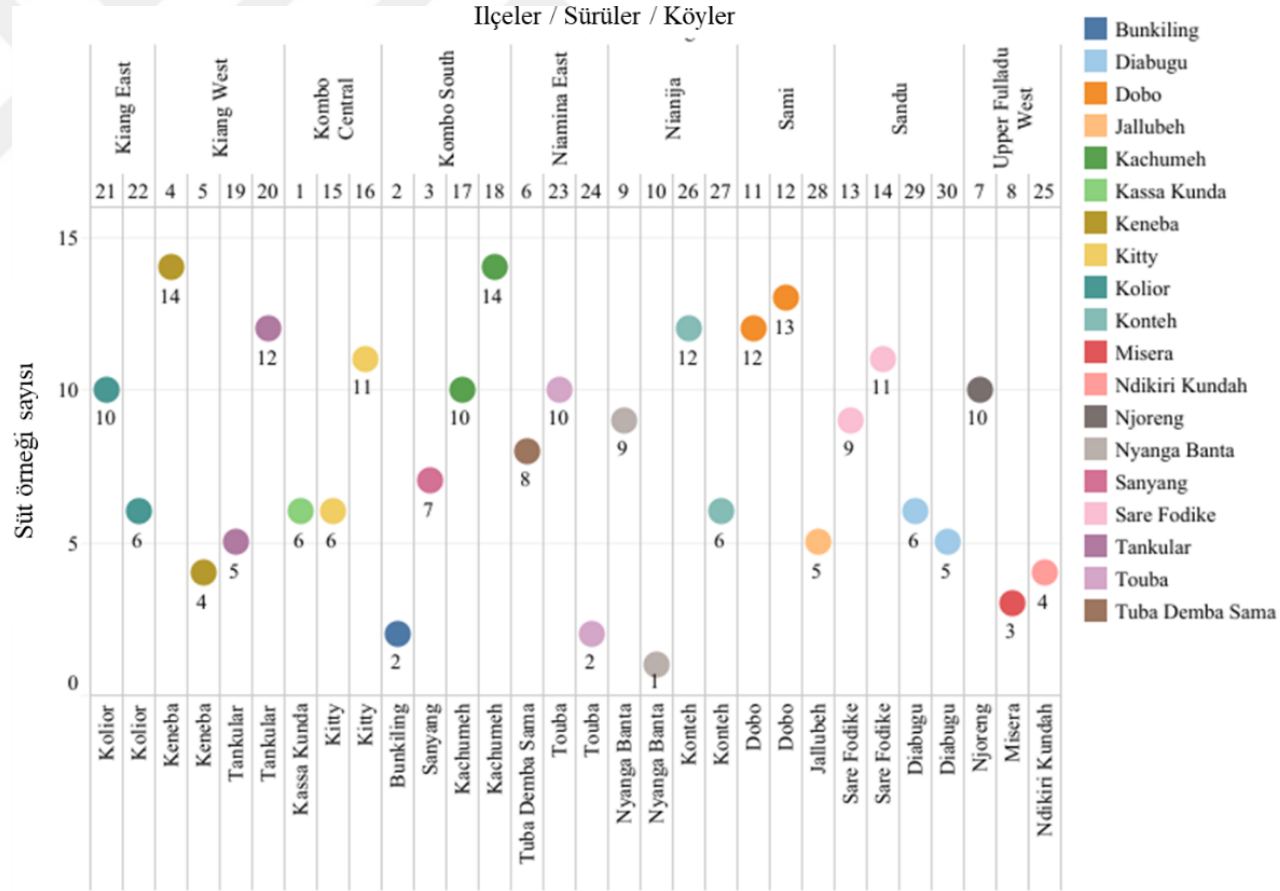
Tablo 3.2. Gambiya'da toplam 235 inek sütü örneğinin^a alındığı köyler

Köy	İlçe	Mevsim	Sürü	Rakım (metre)	Enlem (°)	Boylam (°)	İnek sayısı
Kassa Kunda	Kombo Central	Yağmurlu	1	22	13.24628	16.69418	6
Bunkiling	Kombo South	Yağmurlu	2	27	13.26846	16.77850	2
Sanyang	Kombo South	Yağmurlu	3	8	13.26023	16.76847	7
Keneba	Kiang West	Yağmurlu	4	19	13.33762	16.02202	14
Keneba	Kiang West	Yağmurlu	5	16	13.33897	16.01990	4
Madina Kaiaf	Kiang East	Yağmurlu	#	45	13.37791	15.58856	2
Tuba Demba Sama	Niamina East	Yağmurlu	6	17	13.65809	14.97988	8
Njoreng	UFW ^b	Yağmurlu	7	12	13.34416	14.64462	10
Misera	UFW	Yağmurlu	8	46	13.39615	14.66107	3
Nyanga Banta	Nianija	Yağmurlu	9	14	13.76633	15.03573	9
Nyanga Banta	Nianija	Yağmurlu	10	17	13.76657	15.03574	1
Dobo	Sami	Yağmurlu	11	16	13.48252	14.64148	12
Dobo	Sami	Yağmurlu	12	20	13.48350	14.64186	13
Sare Fodike	Sandu	Yağmurlu	13	48	13.40064	14.35127	9
Sare Fodike	Sandu	Yağmurlu	14	42	13.40103	14.35067	11
Kitty	Kombo Central	Kurak	15	26	13.22195	16.66187	6
Kitty	Kombo Central	Kurak	16	41	13.22227	16.66421	11
Kachumeh	Kombo South	Kurak	17	65	13.22811	16.76272	10
Kachumeh	Kombo South	Kurak	18	17	13.22810	16.76203	14
Tankular	Kiang West	Kurak	19	74	13.41110	16.03662	5
Tankular	Kiang West	Kurak	20	17	13.41076	16.03414	12
Kolior	Kiang East	Kurak	21	10	13.43204	15.67026	10
Kolior	Kiang East	Kurak	22	12	13.42578	15.67215	6
Touba	Niamina East	Kurak	23	16	13.66603	14.97839	10
Touba	Niamina East	Kurak	24	16	13.66078	14.97704	2
Ndikiri Kundah	UFW	Kurak	25	26	13.42049	14.61104	4
Konteh	Nianija	Kurak	26	15	13.72311	15.16034	12
Konteh	Nianija	Kurak	27	20	13.72353	15.16202	6
Jallubeh	Sami	Kurak	28	15	13.55570	14.53979	5
Diabugu	Sandu	Kurak	29	21	13.39651	14.39956	6
Diabugu	Sandu	Kurak	30	24	13.39187	14.39842	5

^a Yağmurlu mevsimde 111, kurak mevsimde 124 inek sütü örneği.

^b UFW = Upper Fulladu West

[#] Sürü numarası verilmemiştir çünkü bu sürüdeki iki inek diğerlerinden (N'Dama) farklı bir genotipti (G × N).



Medina Kaiaftaki $G \times N$ (Gobra (zebu) ve N'Dama melezi) genotipinden alınan iki süt örneği, bu genotipe ait örnek sayısının çok az olması nedeniyle nihai istatistik analizden çıkarılmıştır.

Şekil 3.3. Gambiya’da dokuz ilçedeki 19 köyde 30 sürüden alınan N'Dama inek sütü örneklerinin (233 adet[#]) dağılımı.

3.2 Genel Etik Hususları

Araştırmanın veri toplama kısmı Gambiya’da gerçekleştirildiği için, etik onay, WALIC/EGE/AS/1/2019 referans numarası ile Gambiya’daki West Africa Livestock Innovation Centre - WALIC (Batı Afrika Çiftlik Hayvanları Yenilik Merkezi) adlı kuruluştan alınmıştır (Ek 1).

Bu araştırmanın gerçekleştirilmesi sırasında dikkate alınan belirli etik konular aşağıda ayrıca açıklanmıştır.

3.2.1 Anket uygulanması

Anket uygulamasının başlangıcında araştırmanın amacı katılımcıya beyan edilmiş ve katılmaya gönüllülük sözlü bir anlaşmaya dayanmıştır. Bir katılımcının araştırmaya dahil olması da gönüllülük esasına dayalı olmuştur.

3.2.2 Kan örneklerinin alınması

Araştırmanın amacı, örnekleme yöntemi ve araştırmanın beklenen çıktıları, çiftçilere veya çobanlara araştırmacı (tez sahibi) veya hayvancılık yayım personelleri tarafından açıklanmıştır. Gönüllü ve sözlü anlaşmaya dayalı olarak çiftçiler tarafından katılım onayı ve dolayısıyla örnek alma izni verilmiştir. Mikroskopi ile kanda teşhis yapıldıktan sonra, hayvanlarına AHT pozitif teşhisi konan bazı çiftçilere hayvancılık yayım personelleri aracılığıyla tripanosidal ilaçlar gönderilmiştir.

3.2.3 Mikroskopi ile kanda teşhis

Kan örneklerinde parazit teşhisi için mikroskop kullanımı konusunda eğitim alınmıştır. Bu araştırma yapılırken, WALIC tarafından uygulanan gerekli önlemlere ve çalışma standartlarına bağlı kalmıştır.

3.2.4 Kan örneklerinin moleküler analizi

Araştırmacı (tez sahibi), bu konuda genel ve özel bilgileri alabilmesi için bir eğitim ve tanıtım döneminden geçmiştir. Moleküler çalışmalar yapılırken, laboratuvar analizlerine ilişkin işlemler, Medical Research Council Unit The Gambia at London School of Hygiene and Tropical Medicine (MRC Unit The Gambia at LSHTM) adlı kuruluşun Standart Çalışma Prosedürlerindeki (H&S-001) sağlık ve güvenlik uygulamasına uygun olarak gözlenmiştir. Bu araştırma faaliyeti sırasında, laboratuvar da biyolojik örnekler ve kimyasallarla çalışılırken tüm sağlık ve güvenlik zorunluluklarına da katı bir şekilde uyulmuştur.

3.2.5 Süt örneklerinin alınması

Bir sürüde süt örneği alınmadan önce, o gün sütü kimin sağdığına bağlı olarak çobanlara veya sürü sahiplerine çalışmanın amacı ve süt örneği alımında kullanılacak protokol açıklanmıştır. Çiftçiler tarafından gönüllü ve sözlü anlaşmaya dayalı olarak katılım onayı ve dolayısıyla süt örneği alma izni verilmiştir. Örneklerin laboratuvar analizleri ile ilgili olarak, süt analiz makinesinin uygun şekilde çalışıp çalışmadığını belirlemek için üretici firma ile görüşmeler yapılmıştır. Makinenin kullanım kılavuzunda yer alan temizleme prosedürlerine ilişkin tavsiyelere de harfiyen uyulmuştur.

3.3 Sistematiik Derleme ve Meta-Analiz

Araştırmanın bu aşamasında, Gambiya'da AHT üzerine yapılan önceki nicel birincil çalışmaların veya anketlerin sistematiik derlemesi ve meta-analizi gerçekleştirilmiştir. Bu iki yaklaşım, literatürdeki veri boşluğunu belirlemek ve gelecekteki araştırmalar için istikamet önermek amacıyla da kullanılmıştır. Araştırmanın bu aşaması sonucunda, “Trypanosomosis prevalence in natural field-based infection: insights into systematic review and meta-analysis of studies from 1980 to 2018 on The Gambian ruminants with special emphasis on cattle” başlıklı İngilizce bir makale yayınlanmıştır. Daha önce de belirtildiği gibi, söz konusu İngilizce makalenin başlığı Türkçe olarak şu şekildedir: "Saha koşullarında doğal enfeksiyonda tripanosomozis prevalansı: Sığırlara özel vurgu yapılmak kaydıyla

Gambiya’da bulunan geviş getirenler üzerine 1980’den 2018’e kadar yapılan çalışmaların sistematik derlemesi ve meta-analizine ilişkin derinlemesine çalışmalar".

Türkçe yazılan bu tezde, yukarıda belirtilen ve tez çalışması kapsamında yayınlanan İngilizce makaleden alınarak sunulan bilgiler, Tropical Animal Health and Production adlı derginin yayıncısının izniyle verilmiştir. Tüm ayrıntılar makalede (Ek 2) ve derginin yayıncısı Springer Nature tarafından verilen lisansta (Ek 3) görülebilir.

3.3.1 Raporlama kılavuzu

Sistematik derleme ve meta-analiz, Liberati et al. (2009) tarafından hazırlanan “Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA)” adlı raporlama kılavuzuna dayalı olarak yapılmıştır.

Çalışmanın başlangıcında; araştırma hedeflerini, arama stratejilerini, dahil etme ve hariç tutma esaslarını, yayınlardan alınacak değişkenleri ve yapılacak analizi ve çalışmanın neticesini vurgulamak üzere bir protokol tasarlanmıştır.

3.3.2 Çalışmaların tanımlanması

Yayınları aramada kullanılan önemli terimler bu araştırmanın amaçlarından ve sorularından alınmıştır. Aramaları genişletmek ve çeşitlendirmek için, yaygın olarak kullanılan kelimeler veya tespit edilen kavramların başka biçimleri olan ibareler de kullanılmıştır. Arama mantığını oluşturmak için iki Boolean operatörü (OR, AND) kullanılmıştır. Aynı anlama sahip kelimeler bir parantezin içinde “OR” ile birleştirilirken, ayrı parantez grupları “AND” ile bir araya getirilmiştir. Genel olarak, yayınların aranması, ruminant türlerine (sığır, koyun ve keçi), tripanosomları tanımlamada kullanılan en yaygın yöntemlere (mikroskopi, seroloji ve moleküler) ve enfeksiyon türüne (sahada görülen yani doğal enfeksiyon) odaklanmıştır. “Polimeraz zincir reaksiyonu” ve “doğal enfeksiyon” gibi kelime gruplarının her zaman birlikte aranmasını sağlamak için burada yazıldığı gibi çift tırnak ile sınırlandırılmıştır.

Tüm aramalar; tarım, veterinerlik ve biyoloji ile ilgili konularda yayınların yer aldığı sekiz kaynakça veri tabanında (Scopus, Web of Science, PubMed, SpringerLink, Science Direct, Taylor and Francis, Wiley Online ve CAB Direct) yapılmıştır. Her veri tabanına bağlı olarak, başlık, özet, anahtar kelimeler ve makalenin tamamında önceden tanımlanmış kelime kombinasyonları aranmıştır. Tüm aramaların çıktıları, çalışma hedeflerini karşılamak üzere arıtılmıştır. Tamamı okunan tüm makalelerin kaynaklar bölümü de muhtemel ilgili yayınlar için kontrol edilmiştir.

Ayrıca, indekslenmemiş araştırma makalelerini bulmak için Google arama motoru kullanılmış ve muhtemelen uygun gri literatür için de ilgili araştırma enstitüsünün (ITC/WALIC) personeliyle görüşülmüştür. Seçim süreçlerini, dahil edilen veya hariç tutulan araştırmaların sayısını ve bunun çeşitli nedenlerini özetlemek için akış diyagramı kullanılmıştır. Tüm aramalar İngilizce olarak yapılmış, ancak yayın diline yönelik herhangi bir kısıtlama konulmamıştır.

3.3.3 Verilerin (bilgilerin) çıkarılması

Microsoft Excel ile oluşturulan veri çıkarma sayfası, aşağıdaki metaveri kategorilerini ortaya çıkarmak için kullanılmıştır:

- (1) Yazarlık ve yayın bilgileri (yazar isimleri, başlık, yayın yılı, çalışma yılı);
- (2) Çalışma değişkenleri [çalışma bölgesi ve ilçesi, veri toplama dönemi, örnekleme sıklığı, AHT teşhis yöntemleri (anemi, parazitemi, mikroskopi, seroloji, moleküler)];
- (3) Hayvanın özellikleri (yaşama ortamı (habitat), türü, ırkı ve yaşı);
- (4) Prevalans tahmini (incelenen hayvan sayısı ve pozitif vakalar, kan örneği alma sıklıkları, bildirilen *Trypanosoma* türleri, enfeksiyon tipi – tek veya karışık).

Dört yazara, sonuçlarının bir kısmını açıklığa kavuşturmak için e-posta gönderilmiştir. Araştırmacı (tez sahibi) tarafından veriler çıkarılmış, ardından kontrol edilmiş ve nihayetinde hepsi araştırmacı ve danışmanı tarafından birlikte

kontrol edilmiştir. Kendi aralarında yapılan tartışmalar vasıtasıyla da analiz edilen verilerle ilgili sonunda mutabakata varılmıştır.

3.3.4 Havuzlanmış prevalans tahmini

Orijinal yayınlardaki prevalans tahminleri tablolardan ve metinlerden alınmıştır. Bir yayında ise (Leperre et al., 1992), prevalans ilgili şekilden tahmin edilmiş ve buna bağlı olarak pozitif vaka sayısı hesaplanmıştır. Açıkça belirtilmediğinde; pozitif vaka sayısı makalede bildirilen örnek büyüklüğü ve prevalansdan hesaplanmış, prevalans ise makalede bildirilen pozitif vaka sayısı ve örnek büyüklüğünden tahmin edilmiştir. Daha fazla ayrıntı, Ek 2’de görülen makalenin çevrimiçi versiyonunda verilen ilave materyalde (<https://doi.org/10.1007/s11250-020-02461-w>) yer almaktadır.

3.4 Anket Çalışması (Nicel ve Nitel Bilgi Toplanması)

Burada sunulan bilgiler, uluslararası hakemli bir dergiye gönderilmek üzere halen hazırlanmış durumda olan makaleye dayanmaktadır.

3.4.1 Anketin tasarımı ve ön testi

Konuyla ilgili kapsamlı literatür taramasından elde edilen bilgilere dayalı olarak yarı yapılandırılmış bir anket tasarlanmıştır. Tasarlanmış olan bu kapalı uçlu anket, kullanılan terminolojilerin ve sorulan soruların iyi anlaşıldığından emin olmak için başlangıçta Gambiya’nın iki ilçesinde (Kombo South ve Kombo Central) 11 çiftçi ile ön teste tabi tutulmuştur. Daha sonra anket, uygun görülen gerekli değişiklikleri yansıtacak şekilde düzenlenmiştir.

Son hali ile uygulanan anketin ilk kısmı, katılımcıların sosyo-demografik özellikleri hakkında bilgi almak için, ikinci kısmı ise AHT ve ineklerin sağımı ile ilgili bilgi ve uygulamalarını değerlendirmek için kullanılmıştır.

3.4.2 Anketin uygulanması ve görüşmeler

Anket uygulanmasını içeren veri toplama İngilizce olarak gerçekleştirilmiş, fakat bazı durumlarda yerel diller de (özellikle Mandinka ve Fula) kullanılmıştır. Anket ve görüşmeler; katılımcı, çeçe ısırmasını önleme yöntemleri, ineklerin AHT'ye duyarlılığı, ineklerde hastalığın belirtileri ve tedavisi, hastalığın süt verimi ve bileşimi üzerindeki etkileri, AHT enfeksiyonu olan ineklerin sağımı, AHT prevalansının en yüksek olduğu mevsimler ve laktasyon dönemi hakkında belirli bilgilere odaklanmıştır. Veri toplama, Ağustos 2019 ile Ocak 2020 arasında gerçekleştirilmiştir. Birkaç durumda, çok az sayıda eksik veriyi tamamlamak için katılımcılar ve bu araştırmaya destek olan personel ile tekrar görüşme yapılmıştır. Bu araştırma aşaması aynı zamanda, bazı çiftçilerin uygulamalarının ve davranışlarının doğrudan gözlenmesini de kapsamaktadır.

3.5 Kan ve Süt Örneklerinin Alınması

Burada sunulan bilgiler, uluslararası hakemli dergilere gönderilmek üzere hazırlanmakta olan makalelerden alınmıştır.

3.5.1 Kan örneği alma prosedürleri

Tablo 3.3'te görüldüğü gibi, örnek alma hem yağmurlu mevsimde (yağmurlu mevsim içinde Ağustos – Eylül 2019) hem kurak mevsimde (kurak mevsim içinde Aralık 2019 – Ocak 2020) gerçekleştirilmiştir. Daha önce bahsedilen hayvancılık yayım personelleri yardımıyla, bir mevsimde her ilçede iki farklı sığır sürüsü seçilmiştir. Hayvancılık yayım personelleri ayrıca, araştırma hedefini ve beklenen çıktıları çiftçilere nakletme ile ilgili olarak duyarlılık ve farkındalık oluşturmada çok etkiliydiler.

Tablo 3.3. Alınan kan örneklerinin dağılımı

Bölgeler	İlçeler	Mevsimler		Örnek alınan toplam hayvan
		Yağmurlu	Kurak	
Orta Nehir Bölgesi– Kuzey	Nianiya	52	52	104
	Sami	54	52	106
Orta Nehir Bölgesi– Güney	Niamina East	49	54	103
	Upper Fulladu West	51	53	104
Aşağı Nehir Bölgesi	Kiang East	39	53	92
	Kiang West	49	55	104
Batı Sahili Bölgesi	Kombo South	50	52	102
	Kombo Central	50	53	103
Yukarı Nehir Bölgesi	Sandu	51	52	103

Kan örneklerinin alınmasına başlamadan önce, örnek alınacak hayvanların ırkı, cinsiyeti, yaş grubu, vücut kondisyonu, kıl örtüsü rengi ve fizyolojik durumunu kaydetmek için bir form oluşturulmuştur. Her sürüyle ilgili olarak; toplanan bilgiler arasında, çiftçinin iletişim bilgisi (telefon numarası), sürü büyüklüğü, besleme şekli (yem takviyesi, kısmi yem takviyesi veya takviye yok) ve konum (küresel konumlandırma sistemi) bulunuyordu. Daha önce belirtildiği gibi, örnekler alınmadan önce çiftçinin rızası aranmış ve anlaşma isteğe bağlı olmuştur. Hayvanlara kolayca ulaşmak için en uygun zaman olduğundan, tüm kan örnekleri sabah saatlerinde (7 ile 9 arasında), sürüler otlatma için serbest bırakılmadan önce alınmıştır.

Kan örneği almak için, çeşitli yaş kategorilerinde ve cinsiyette olan sığırlar bir veya iki kişi tarafından zapt edilmiştir. Eğitimli bir teknisyen (Şekil 3.4) tarafından; her hayvan için bir steril iğne kullanılarak boyundaki toplardamardan (jugular ven) iki ila dört mL kan, etilendiamintetraasetik asit (EDTA) içeren tüplere alınmıştır. Sonuçta, Gambiya'nın dokuz ilçesinde bulunan 21 köydeki sürülerden toplam 921 sığır kan örneği toplanmıştır (Bkz. Tablo 3.1). Kan örneklerini içeren tüpler, WALIC'in Kerr Serigne, Keneba, Kudang ve Sololo'daki en yakın laboratuvarlarına taşıma sırasında dondurulmuş buz paketleri üzerinde tutulmuştur. Laboratuvarlarda, paketlenmiş hücre hacmi (PHH) belirlenmiş ve hemen buffy coat tekniği (BCT) kullanılarak mikroskop ile teşhis de yapılmıştır.



Şekil 3.4. Çalışma sırasında sığırdan kan örneği alınması.

3.5.2 Süt örneği alma prosedürleri

Bir haftalıktan küçük buzağları olan inekler çiftçiler tarafından genellikle sağılmamış ve böylece bu ineklerden süt örnekleri de alınmamıştır. Bu nedenle, örnek alınan ve analiz edilen süt, kolostrum içeren erken dönem sütünü kapsamamıştır. Sağımcı tarafından elle sağımın bittiğine dair bir işaretin ardından, çiftçilerin kovalarından 50 mL kadar bileşik süt örneği (dört meme çeyreğinden gelen toplam süttten) özel tanımlama numaraları ile etiketlenmiş örnek toplama tüplerine alınmıştır. Araştırmacı (tez sahibi) tarafından konulan koruyucular (Broad Spectrum Microtabs II; Advanced Instruments, Inc., ABD) içeren toplama tüpleri örnek alındıktan sonra sıkıca kapatılmıştır. Alınan örnekler, genellikle yaklaşık 30 dakika ila iki saat süren laboratuvara taşıma sırasında buz paketleri üzerinde tutulmuştur.

Tüm süt örnekleri sabah sağımını takiben alınmıştır. Süt örneği toplanması hem yağmurlu mevsimde (yağmurlu mevsim içinde Ağustos - Eylül 2019; $n = 111$) hem erken kurak mevsimde (kurak mevsim içinde Aralık 2019 - Ocak 2020 ; $n = 124$) yapılmıştır. Çiftçilerin süt sağma kovaları, ineklerin her sağımından ve örnek alınmasından sonra su ile durulanmıştır.

3.5.3 Örnek alınan hayvanlarla ilgili kaydedilen değişkenler

Kan ve süt örnekleri alınırken her bir hayvan için ilgili değişkenler (Tablo 3.4) kaydedilmiştir.

Tablo 3.4. Kan ve süt örnekleri alınması sırasında kaydedilen değişkenler ve alt kategoriler

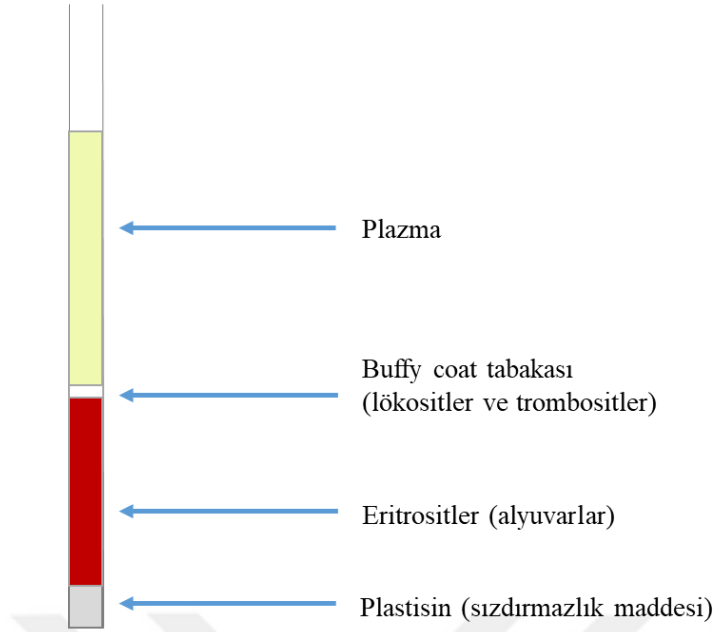
Değişkenler		Alt kategoriler
1	Örnek alınan bölge	BS = Batı Sahili; AN = Aşağı Nehir; ONG = Orta Nehir Güney; ONK = Orta Nehir Kuzey; YN = Yukarı Nehir
2	Örnek alınan ilçe	KC = Kombo Central; KS = Kombo South; KE = Kiang East; KW = Kiang West; UFW = Upper Fulladu West; NE = Niamina East; Nİ = Nianija; SM = Sami; SA = Sandu
3	Örnek alınan köy	Kan için bkz. Tablo 3.1 ve Şekil 3.2 Süt için bkz. Tablo 3.2 ve Şekil 3.3
4	Örnek alınan sürü	Kan için bkz. Tablo 3.1 Süt için bkz. Tablo 3.2
5	Besleme şekli	TY = Takviye yok; KYT = Kısmi yem takviyesi; YT = Yem takviyesi
6	Örnek alınan mevsim	Yağmurlu = Ağustos - Eylül 2019; Erken kurak = Aralık 2019 - Ocak 2020
7	İneğin günlük sağım sayısı	1 = Bir kez; 2 = İki kez
8	İneğin buzağılama sayısı	1, 2, 3, 4 veya ≥ 5
9	Hayvanların genotipi	N = N'Dama; G = Gobra; NG = N'Dama $\times$ Gobra; D = Diğerleri (bilinmeyen)
10	Kan örnekleri için hayvanların yaşı	BD = Buzağı-dana (0-1 yaş); BY = Bir yaşını doldurmuş (1-2 yaş); GY = Genç yetişkin (2-3 yaş); YY= Yaşlı yetişkin (YY3 = 3 yaşında yetişkin sığır, vb.)
11	Süt örnekleri için ineklerin yaşı	5 = 3 ila 5 yaş arası; 6 = 6 yaş; 7 = 7 yaş; 8 = 8 yaş; 9 = 9 yaş; 10 = 10 ila 20 yaş arası
12	Hayvanların cinsiyeti	E = Erkek; D = Dişi
13	Hayvanların vücut kondisyonu	Z = Zayıf; O = Orta; Y = Yağlı
14	Hayvanların kıl örtüsü rengi	KKh = Koyu kahverengi; AKh = Açık kahverengi; Sy = Siyah; Gr = Gri; SyGr = Siyah ve gri; KhGr = Kahverengi ve gri; KhSy= Kahverengi ve siyah; SyKhGr=Siya, kahverengi ve gri
15	İneklerin fizyolojik durumu	LG = Laktasyonda, gebe; LB = Laktasyonda, gebe değil; KG = Kuruda, gebe; KB = Kuruda, gebe değil

3.6 Laboratuvar Analizleri

3.6.1 Paketlenmiş hücre hacminin (hematokrit) belirlenmesi

Laboratuvarda, işleme sürecini kolaylaştırmak ve EDTA tüplerinden kan aktarılmış mikrohmatokrit kılcal cam tüplerde örnek kimliklerinin karışmasını önlemek için bu kılcal cam tüpler önce sıra numaralı gözleri bulunan tablalar üzerine yerleştirilmiştir. Bir hayvanın anemi seviyesi, kırmızı kan hücreleri hacminin tüm kana oranına dayalı olarak mikrohmatokrit santrifüj tekniği (microhaematocrit centrifugation technique) (Murray et al., 1983) kullanılarak belirlenmiştir. Hematokrit belirleme yöntemi ayrıca, tanımlamadan önce tripanosomları hem konsantre etmek hem izole etmek için önemlidir (Woo, 1969).

Özet olarak, EDTA tüplerindeki önceden alınmış kan, içeriğin uygun şekilde karışmasını sağlamak için 5 ila 7 kez nazıkçe yukarı aşağı çevrilmiştir. Her kan örneği için, bir mikrohmatokrit kılcal cam tüp (75 mm x 1.15 mm) hafifçe eğilmiş haldeyken EDTA tüpüne daldırılmış ve tüm uzunluğunun (70 µL) dörtte üçüne kadar kanla doldurulmuştur. Doldurulmuş kılcal cam tüp daha sonra sokulan uçta Cristaseal plastisin (sızdırmazlık maddesi) (Hawksley & Sons Limited, Lancing, Surrey, İngiltere) ile kapatılmış, ancak diğer ucu kapatılmamıştır. Kanla doldurulmuş bu kılcal cam tüpler, bir defada maksimum 24 tüp kapasiteli mikrohmatokrit santrifüj (Hawksley & Sons Limited, İngiltere) içindeki bir lastik plakaya temas eder şekilde kapalı ucu ile yerleştirilmiştir. Dört ila beş dakika boyunca 12,000 rpm'de santrifüj edilmiştir. Bundan sonra, santrifüjlenmiş kılcal cam tüpler (Şekil 3.5) bir hematokrit okuyucuya (Hawksley & Sons Limited, İngiltere) yerleştirilmiş, bu okuyucu daha sonra kırmızı kısım sütununun orantılı yüksekliği alınarak PHH okunması için uygun şekilde ayarlanmıştır.

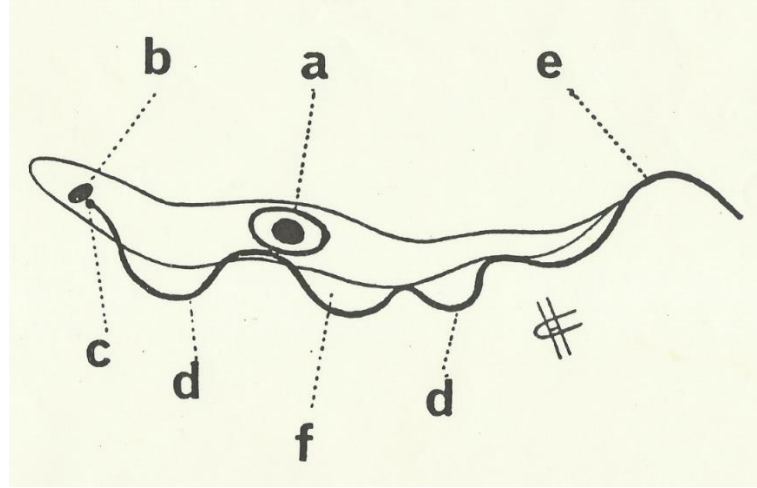


Şekil 3.5. Santrifüjden sonra kanın farklı bileşenlerini içeren bir kılcal cam tüp.

3.6.2 Tripanosom varlığı ve parazitemi için mikroskopi

Hedeflenen parazitin (triplanosomlar) tespiti için bu çalışmada kullanılan karanlık zemin (dark ground) veya faz kontrast (phase contrast) BCT, Murray et al. (1977) tarafından tanımlanan yaygın kabul görmüş parazitolojik prosedüre ve kan içeren mikrohematokrit kılcal tüpün santrifüj edilmesinden sonra tripanosomların buffy coat tabakasında konsantre olacağı ilkesine dayanmaktadır. Her örnek için PHH değeri okunmasını takiben tüpler, plastisin içeren kabın numaralı deliklerine yerleştirilmiştir.

Bu amaç için özel olarak tasarlanmış elmas uçlu bir kalem yardımıyla, her kılcal tüp, kırmızı kan hücrelerinin ince bir en üst tabakasını içerecek şekilde buffy coat tabakasının (tüpteki üç farklı tabakanın orta kısmı) yaklaşık 1 mm altından kesilmiştir (Bkz. Şekil 3.5). Daha sonra, yaklaşık 1 cm plazmaya kadar olmak üzere kılcal tüpün içeriği bir lam üzerine konulup dikkatlice karıştırılmış ve bir lamel (22 × 22 mm) ile kaplanmıştır. Bu preparat bir mikroskop altına yerleştirilmiş ve 10× oküler (gözleme lensi) ve 25× objektif lens kullanılarak gözlenmiştir. Her preparat için, 3 ila 5 dakikalık bir süre içinde lamel alanının tamamı incelenmiştir. Herhangi bir tripanosomun varlığı ve *T. congolense*, *T. brucei* ve *T. vivax* ile ilgili ayırt edici tanımlama, görünümüne (Şekil 3.6) ve ortam içindeki hareketlerine (Tablo 3.5) göre yapılmıştır.



Açıklamalar: a – Çekirdek; b – Kinetoplast; c – Bazal gövde; d – Kamçının (flagellum) marjinal kısmı; e – Kamçının (flagellum) serbest kısmı; f – Dalgalı membran[#]

[#] Dalgalı membranın artık flagellum olduğu bilinmektedir (Langousis and Hill, 2014).

Şekil 3.6. Tipik bir tripanosomun yapısı (Hoare, 1949).

Tablo 3.5. İncelenen tripanosomlar ve morfolojik özellikleri

Tür	Çeçe sineğinde gelişme bölgesi	Serbest kamçı (flagellum)	Kinetoplast (boyut, konum)	Dalgalı membran	Boyut (µm)	KZ'de boyut ve hareketlilik ^a
<i>T. vivax</i>	Hortum (Proboskis)	Mevcut	Büyük, terminal	Belirgin değil	20 - 26	Büyük, son derece aktif, tüm alanı çok hızlı bir şekilde dolaşır, ara sıra duraklama.
<i>T. brucei</i>	Orta bağırsak, Tükürük bezleri	Bodur formlar hariç hepsinde mevcut	Küçük, alt terminal merkezi	Belirgin	12 - 35 ^b	Büyük, kapalı alanlarda hızlı hareket.
<i>T. congolense</i>	Orta bağırsak, Hortum (Proboskis)	Mevcut değil	Orta, alt terminal, marjinal	Belirgin değil	9 - 18	Küçük, yavaş hareket, ön uçtan kırmızı kan hücrelerine yapışır.

Kaynak: Murray et al. (1983)'den uyarlanmıştır.

^a KZ Karanlık zemin/faz kontrast buffy coat tekniği

^b *T. brucei* polimorfiktir (ince, orta ve bodur formlar)

Mikroskopi yapılırken, Tablo 3.6'ya göre tripanosomların miktar tayini de (parazitemi) yapılmıştır.

Tablo 3.6. Karanlık zemin/faz kontrast buffy coat tekniğinde parazitemi puanlama sistemi

Puan	Tripanosom/alan ^a	Tahmini parazitemi (triplanosom/mL)
6+	Kaynıyor >100	$> 5 \times 10^6$
5+	>10	$> 5 \times 10^5$
4+	1 ila 10	10^4 ila 5×10^5
3+	2 alan başına 1 ila 10 alan başına 1	5×10^3 ila 5×10^4
2+	Preparat başına 1 ila 10	10^3 ila 10^4
1+	Preparat başına 1	10^2 ila 10^3

Kaynak: Paris et al. (1982)

^a Büyütme = $\times 250$

3.6.3 *Trypanosoma* türleri için kan örneklerinde moleküler teşhis

Bu araştırma aşaması (moleküler laboratuvar analizleri), MRC Unit The Gambia at LSHTM'nin Moleküler Teşhis Platformunda gerçekleştirilmiştir. Bu aşamanın amacı, daha önce mikroskopi ile teşhis konulan tüm örnekleri taramak için gerçek-zamanlı polimeraz zincir reaksiyonu (qPZR) kullanmaktır. Ancak, qPZR'ye dayalı sonuçların ikna edici olmaması nedeniyle, daha sonra bu amaçla alternatif bir yöntem de (geleneksel PZR) kullanılmıştır.

3.6.3.1 Kullanılan ekipman ve malzemeler

Daha önce mikroskopi ile teşhis konulan kan örneklerinin moleküler analizinde aşağıda sıralanan çeşitli ekipman ve malzemeler kullanılmıştır.

1. Gerçek-zamanlı PZR makineleri (başlıca CFX96, Bio-Rad, ABD)
2. PZR çalışma istasyonu olarak havalandırılmamış biyolojik koruma kabini
3. Dondurucu (-20°C)
4. Vorteks (girdap)
5. Mikrosantrifüj
6. Yapışkan film

7. Buzdolabı (2-8°C)
8. Kağıt havlu
9. Önceden sterilize edilmiş filtreli pipet uçları (10µL, 200µL ve 1000µL)
10. Pipet seti (1-10 µL, 2-20 µL, 20-200 µL ve 100-1000 µL)
11. Mikrosantrifüj tüpleri (1.5 ila 2 mL)
12. 96 gözlü polipropilen tablalar veya tüp şeritleri (RT-PZR platformu için uygun)
13. DNA ekstraksiyon kitleri

3.6.3.2 Kullanılan kimyasallar ve ayıraçlar

Bu çalışmada kullanılan moleküler analizin zorunlu öğeleri olan kimyasallar ve ayıraçlar (reaktifler) aşağıda sıralanmıştır:

1. %100 İzopropanol
2. %96 Etanol
3. Tamponlar (ACB, AVE, VXL, AW1 ve AW2)
4. Taşıyıcı ribonükleik asit (RNA)
5. Steril, nükleaz içermeyen su
6. %10 çamaşır suyu (konsantre çamaşır suyu ve su)
7. %70 etanol (konsantre etanol ve su)
8. Dekontaminantlar - %10 çamaşır suyu ve %70 etanol

3.6.3.3 Deoksiribonükleik asit (DNA) ekstraksiyonu

Seyreltilmemiş sığır kan örneklerinden manuel DNA ekstraksiyonu, SP54106 katalog numaralı IndiSpin® Pathogen Kit (Patojen Kiti) (Indical Bioscience, Almanya) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Her kit seti (Tablo 3.7), 250 preparasyon, yani 250 kan örneğinin ekstraksiyonu içindir. Bu nedenle, bu çalışmada dört kit seti kullanılmıştır.

DNA ekstraksiyonu öncesinde kan örnekleri EDTA tüplerinde -70°C'de saklanmıştır. Hızlı spin-kolon prosedürü ile burada hedeflenen amaç, hedef patojenin (*Trypanosoma* türleri), PZR ile kolaylıkla amplifiye edilebilen kontamine olmamış ve inhibitörsüz nükleik asitlerini elde etmektir. Prensip, kan

örneklerindeki proteinlerin lizisini sağlamak ve patojenlerin nükleik asitlerini stabilize etmek için çeşitli tamponların ve enzimlerin kullanılmasına dayanmaktadır. Mevcut 916 sığır kan örneğinden DNA ekstraksiyonu, ortalama 20 örneklik gruplar halinde yapılmıştır. Her ekstraksiyon grubu çalışması genellikle 2.5 saat kadar sürmüştür. Bu arada, 921 kan örneği tüpünden beşi saklama sırasında kırıldığından çalışmada kullanılamamıştır.

Tablo 3.7. IndiSpin® Pathogen Kit'in içeriği ve işlevleri[#]

Bileşenler	Sayı ve içerik	İşlevler
IndiSpin kolonları	1 × 250 kolon	Örnekler ve ayıraçları tutmak.
Tampon VXL	1 × 30 mL	Kan örneklerinin oda sıcaklığında lizisini ve nükleazların inaktivasyonunu sağlamak.
Proteinaz K ¹	1 × 6 mL	Kan örneklerinin oda sıcaklığında lizisini ve nükleazların inaktivasyonunu sağlamak.
Tampon ACB (konsantre) ²	1 × 60 mL	DNA'nın saflaştırılması için bağlanma koşulları ayarlamak.
Taşıyıcı RNA (poly A) ³	1 × 310 µg	Ekstraksiyon işlemi sırasında nükleik asit kaybını önlemeye yardımcı olmak.
Tampon AW1 (konsantre) ⁴	1 × 98 mL	Kontaminantları ve enzim inhibitörlerini ortadan kaldırmak.
Tampon AW2 (konsantre) ⁵	1 × 81 mL	Kalan kontaminantları ve enzim inhibitörlerini ortadan kaldırmak.
Tampon AVE	2 × 20 mL	Liyofilize Taşıyıcı RNA'yı çözmek için kullanılır. Nükleik asitler sonunda Tampon AVE'de ayrıştırılır.
Hızlı-Başlangıç Protokolü (PCard)	1 tane	Ekstraksiyon işlemi için talimatları içermektedir.

[#] Burada sunulan bilgiler IndiSpin® Pathogen Kit El Kitabından (İngilizce) alınmıştır. Daha fazla bilgi aşağıdaki linkte bulunmaktadır:

https://www.generon.it/import/Importazione/Documenti/INDICAL_Indispin_PI_EN.pdf

Açıklamalar:

¹ Proteinaz K, özel olarak formüle edilmiş bir saklama tamponu içinde sağlandı. Proteinaz K solüsyonunun aktivitesi 600 mAU/mL'dir.

² İlk kullanımdan önce 100 mL'lik bir nihai hacim elde etmek için konsantreye 40 mL izopropanol (%100) ilave edildi.

³ İlk kullanımdan önce 1 µg/µL'lik bir stok solüsyonu elde etmek için 310 µg liyofilize Taşıyıcı RNA içeren tüpe 310 µL AVE tamponu ilave edildi. Alikotlar halinde, dondurucuda -15°C'de saklandı.

⁴ İlk kullanımdan önce 228 mL'lik bir nihai hacim elde etmek için konsantreye 130 mL etanol (%96-100) ilave edildi.

⁵ İlk kullanımdan önce 271 mL'lik bir nihai hacim elde etmek için konsantreye 190 mL etanol (%96-100) ilave edildi.

Her ekstraksiyon grubu için, negatif ekstraksiyon kontrolü olarak nükleaz içermeyen su kullanılmıştır. Tüplerden birine nükleaz içermeyen su eklenirken, diğer tüplere kan örnekleri konulmuştur. Bu, ekstraksiyon işlemi için kontrol sisteminin bir parçasıdır ve nükleaz içermeyen su olan tüpten ekstrakte edilmiş örnekte kesinlikle DNA bulunmamalıdır. Bu örnekte DNA bulunursa, ekstraksiyon işleminin kontamine olduğu ve tekrarlanması gerektiği anlamına gelmektedir. Bu az önce açıklanan örnek, ayrıca sonraki PZR analizlerinde kontrollerden biri olarak kullanılan ekstraksiyon kontrolüdür.

3.6.3.4 Ön ekstraksiyon ve ekstraksiyon prosedürleri

Ekstraksiyon işlemine başlamadan önce, 1 µg/µL ayıraç elde etmek için, 310 µg liyofilize Taşıyıcı RNA 310 µL tampon AVE içinde çözündürülmüştür. Çözelti, çoklu donma-çözülme döngülerinden kaçınmak için farklı küçük şişelere bölünmüş ve daha sonra kullanılmak üzere -20°C'de saklanmıştır. Yeniden yapılandırmak için, ilk kullanımlarından önce ACB tamponuna 40 mL izopropanol (%100), AW1 ve AW2 tamponlarına sırasıyla 130 mL ve 190 mL etanol (%96-100) eklenmiştir. Üreticinin tavsiyesine göre, şişeler çok iyi çalkalanmış ve işlemin yapıldığını belirtmek için işaretlenmiştir.

Bu çalışmada DNA ekstraksiyonu için kullanılan prosedürler aşağıda sıralanmıştır:

1. PZR çalışma kabini ve tezgahı, %10 çamaşır suyu ve sonra %70 etanol solüsyonları ile dekontamine edilmiştir.
2. Pipetler ve pipet uçları da kullanımdan önce ultraviyole ışınla dekontamine edilmiştir.
3. Gerekli tüm ayıraçlar ve kimyasallar çalışma kabini içine konulmuştur.
4. Kan örnekleri kimliklerine göre bir tüplük üzerine konulmuş ve oda sıcaklığında (15-25°C) çözülmesi için bırakılmıştır.
5. Üzerinde çalışılacak kan örneklerinin kimlikleri bu amaçla hazırlanmış bir forma kaydedilmiştir.
6. Ekstraksiyon kitleri ve gerekli mikrosantrifüj tüpleri (1.5-2 mL) çalışma kabini içindeki tüplüklere yerleştirilmiştir.

7. 20 µL Proteinaz K, 1.5 mL'lik bir mikrosantrifüj tüpe pipetlenmiştir.
8. Halihazırda 20 µL Proteinaz K içeren tüplere, 200 µL seyreltilmemiş sığır kanı örneği eklenmiştir.
9. Hücre içermeyen örnekler elde etmek bakımından, tüm bir ekstraksiyon grubu için ayrı bir tüpte 100 µL Tampon VXL başına 1 µg Taşıyıcı RNA içeren yeni bir preparat yapılmıştır.
10. Daha sonra, 100 µL Tampon VXL (1 µg çözünmüş Taşıyıcı RNA içeren) preparat içeren tüplere ilave edilmiştir. Kapak kapalıyken, tüplerin içeriği darbeli vorteksleme ile karıştırılmıştır.
11. Karışım, 20-25°C'de 15 dakika süreyle inkübasyona bırakılmıştır.
12. Tüpler, kapakların içinden damlaları uzaklaştırmak için santrifüj edilmiştir. Santrifüjleme, geleneksel bir masa üstü mikrosantrifüjde oda sıcaklığında yapılmıştır.
13. İçeriğe 350 µL ACB Tamponu ilave edilmiş, darbeli vorteksleme ile iyice karıştırılmış ve tüpler kapakların içindeki herhangi bir sıvıyı uzaklaştırmak için kısa bir süre santrifüj edilmiştir.
14. Lizat, 1.5 mL'lik bir toplama tüpüne yerleştirilen bir spin kolona aktarılmıştır. Kapakları sıkıca kapatılarak, spin ve toplama tüpleri 6,000 x *g*'de (8,000 rpm, dakikada 8,000 devir) 1 dakika süreyle santrifüj edilmiştir.
15. Spin kolonlar daha sonra başka temiz 1.5 mL'lik toplama tüplerine aktarılmış, süzüntü (filtrat) içeren ilk toplama tüpleri ise çöpe atılmıştır.
16. Bu adımı takiben, her spin kolona 600 µL AW1 Tamponu eklenmiş ve 6,000 x *g*'de (8,000 rpm) 1 dakika süreyle santrifüj edilmiştir. Spin kolonlar tekrar başka temiz 1.5 mL'lik toplama tüplerine aktarılmış, süzüntü içeren önceki toplama tüpleri ise çöpe atılmıştır.
17. Bu adımı takiben, spin kolonlara 600 µL AW2 Tamponu da eklenmiş ve 6,000 x *g*'de (8,000 rpm) 1 dakika süreyle santrifüj edilmiştir. Daha sonra, aynı spin kolonları seti hala santrifüjdeyken, ayar 2 dakika süreyle 20,000 x *g* (14,000 rpm) olarak değiştirilmiştir.
18. Süzüntüleri içeren toplama tüpleri daha önce yapıldığı gibi çöpe atılırken, spin kolonlar son kez temiz 1.5 mL'lik mikrosantrifüj tüplere yerleştirilmiştir.

19. Son aşamada, membranın ortasına 100 µL AVE Tamponu eklenmiş ve oda sıcaklığında 1 dakika inkübasyona bırakılmıştır. Kapaklar kapalıyken tüpler 20,000 x g'de (14,000 rpm) 1 dakika santrifüj edilmiştir.
20. Daha sonra, spin kolonlar çöpe atılmış ve etiketli farklı tüplere 100 µL'ye kadar DNA elüsyonu yapılmıştır.
21. Ekstrakte edilen tüm DNA örnekleri, gerçek-zamanlı ve geleneksel PZR ile patojen teşhis edilmesi gibi sonraki uygulamalarda kullanılmak üzere -20 °C'de saklanmıştır.

3.6.3.5 Standart pozitif kontroller

Bu çalışmadaki PZR testleri için standart pozitif kontroller, Birleşik Krallık'ta bulunan Glasgow Üniversitesi Veterinerlik Okulu'ndan (School of Veterinary Medicine, University of Glasgow, United Kingdom) elde edilmiştir. Sevkiyat sırasında, örnekler uluslararası ambalaj gereksinimlerine göre iki buz paketli biyo-şişelerde ambalajlanmıştır. Aşağıda ayrıntıları verilen bu örnekler, *Trypanosoma* türlerinin ekstrakte edilmiş DNA'sını içermektedir.

- Her biri, *T. congolense* (Savannah) için pozitif DNA ekstraktından 100 µL içeren dört tüp.
- Her biri, *T. vivax* (West) için pozitif DNA ekstraktından 100 µL içeren dört tüp.
- Her biri, *T. brucei brucei* (Antat 90.13 kültür suşu) için pozitif DNA ekstraktından 100 µL içeren üç tüp.
- Her kağıt üzerine uygulanmış *T. congolense*, *T. vivax* ve *T. brucei* DNA ekstraktı içeren üç FTA (Flinders Technology Associates) kartı.

3.6.3.6 FTA kağıtlarından standart pozitif kontrol ekstraksiyonu

FTA kağıtlarından DNA elde etmek için, kullanılan tüm ekipmanlar ve masa yüzeyi laboratuvar protokollerine göre %70 alkol ve %10 çamaşır suyu ile dekontamine edilmiştir. Her bir FTA kağıdından zımba ile delinerek çıkarılan iki disk, ayrı etiketli 1.5 mL mikrosantrifüj tüplere konulmuştur. Ardışık örnekler

arasında, zımba, ucu %70 etanol içine daldırılarak temizlenip kağıt havlu ile kurulanmıştır. Örnekler moleküler biyoloji suyu ilave edilip ardından 30 °C'de inkübasyona bırakılmıştır. Her örnekten 200 µL'ye kadar su ayrıştırılmış ve kan örneklerinden DNA ekstraksiyonu için açıklanana benzer bir yöntemle ekstrakte edilmiştir.

3.6.3.7 “Nanodrop” yöntemi ile DNA miktarı ölçümü

Ekstrakte edilen standart pozitif kontrol örneklerindeki ve rastgele seçilen bazı mikroskopi ile pozitif kontrol örneklerindeki DNA'nın saflığı ve miktarı, Thermo Scientific NanoDrop 2000 serisi spektrofotometrenin (Fisher Scientific UK Ltd, Loughborough, Birleşik Krallık) “NanoDrop” protokolü ile ölçülmüştür.

3.6.3.8 Gerçek-zamanlı PZR (kantitatif PZR veya qPZR) ve ilgili protokoller

Bu qPZR'de kullanılan primerlerin ve problemlerin sekansları Tablo 3.8'de görülmektedir. İncelenen *Trypanosoma* türleri arasındaki boyut farklılığı nedeniyle, NCBI veri tabanından (www.ncbi.nlm.nih.gov) seçilen sekansları ile ribozomal DNA'nın (rDNA) dahili kopyalanmış aralayıcı (internal transcribed spacer - ITS) bölgesi, analiz sırasında primerlerin bağlanması için tercih edilen hedef bölgeydi (Silbermayr et al., 2013).

Başlangıçta, ekstraksiyon kontrolü olarak, sığıra özgü toll benzeri reseptör-8 (toll-like-receptor-8 (TLR-8)) geninin amplifikasyonunu hedefleyen bir analiz yapılmıştır. Bu işlemin amacı, rastgele seçilen ekstrakte edilmiş örneklerde bu genin varlığını tespit etmektir. Beklenen sonuçları belirledikten sonra (TLR-8 için test edilen örneklerin pozitifliği), sonraki adımlar qPZR testlerinin optimizasyonuna odaklanmıştır. Bunu yaparken, reaksiyon karışımının, ayıraçların ve sıcaklığın çeşitli kombinasyonları araştırılmıştır. Sorun çözme süreçleri sırasında, qPZR için uygun makinelerin yanı sıra multipleks (çoklu) testler (aynı anda üç patojen için tarama) ve tekli testler de (bir seferde bir patojen için tarama) incelenmiştir.

Testler çoğunlukla, 25 μ L'lik bir reaksiyon hacminde gerçekleştirilmiştir. Bu hacmin içeriğinde; ekstraksiyon işleminden elde edilen DNA'dan 5 μ L, 0.2 μ M'lık primerlerin herbirinden 1.0 μ L (Tryps_KS-for ve Tryps_KS-rev), 0.16 μ M'lık tripanosom problemlerinin herbirinden 0.5 μ L (Tryps_KS-T.cong-p, Tryps_KS-T.brucei-p ve Tryps_KS-T.vivax-p) ve 12.5 μ L 2 $\times$ Taqman universal ana karışımı (halihazırda PZR tamponu, MgCl₂, deoksinükleotit trifosfatlar (dNTP'ler) ve Taq DNA polimerazı içermektedir) bulunuyordu. TLR-8 için test yapılırken, 0.12 μ M prob (TLR8-p) kullanılmıştır.

Sırasıyla multipleks ve tekli testlerde hacmin içeriğini tanımlayan Tablo 3.9 ve Tablo 3.10'da görüldüğü gibi, her reaksiyonun hacmi, nükleaz içermeyen su eklenerek 25 μ L'ye tamamlanmıştır. Her tripanosomun probu FAM etiketliydi, ancak TLR-8'in probu HEX etiketliydi.

Tablo 3.8. qPZR ve dahili kontrol için primerlerin ve probların ayrıntıları

Ad	Tip	Primer/Prob sekansı	Boyut (nükleotitler)	Ürün boyutu (bç) ^a	Sekans özdeşliği
Tryps_KS-for	Primer	5'-CGT GTC GCG ATG GAT GAC TT-3'	20	120	UD ^b
Tryps_KS-rev	Primer	5'-CAA ACG GCG CAT GGG AG-3'	17	120	UD
Tryps_KS- T.cong-p	Prob	FAM 5'-TTG CAG AAT CAT CAC ATT GCC CAA TCT TTG-3' BHQ1	30		T. evansi (EF546057) 97%, T. brucei (FJ712717) 96%
Tryps_KS- T.brucei-p	Prob	FAM 5'-TGC GAT AAG TGG TAT CAA TTG CAG AAT CAT TTC A-3' BHQ1	34		T. evansi (JN896755) 100%
Tryps_KS- T.vivax-p	Prob	FAM 5'- ATG ACC TGC AGA ACC ACT CGA TTA CCC AGT-3' BHQ1	30		UD
TLR8-for	Primer	5'-TGT TTA GAG GAA AGG GAT TGG G-3'	22	69	UD
TLR8-rev	Primer	5'-TTG GTT GAT GCT CTG CAT GAG-3'	21	69	UD
TLR8-p	Prob	HEX 5'-CCC GGG TCT AGC CAT CAT CGA CAA-3' BHQ1	24		UD

Kaynak: Silbermayr et al. (2013)'den uyarlanmıştır.

^a bç = baz çifti (base pair - bp)

^b UD = Uygulanabilir değil

Tablo 3.9. Multipleks bir reaksiyonda 25 µL bir hacmin tipik açıklaması

Ayıraçlar	Konsantrasyonu (µM)	Miktarı (µL)
Tryps_KS-for	0.20	1.0
Tryps_KS-rev	0.20	1.0
Tryps_KS-T.brucei-p	0.16	0.5
Tryps_KS-T.cong-p	0.16	0.5
Tryps_KS-T.vivax-p	0.16	0.5
TLR8-p	0.12	0.5
Ana karışım (Mastermix) ^a	MD ^b	12.5
Kalıp DNA (DNA template)	MD	5.0
Nükleaz içermeyen su	MD	3.5

^a Ana karışım 2x'tir ve halihazırda diğer PZR ayıraçlarını içerir (tampon, MgCl₂, Taq DNA polimerazı ve deoksiniükleotit trifosfatlar - dNTP'ler)

^b MD = Mevcut değil

Tablo 3.10. Tekli bir reaksiyonda (*T. brucei*) 25 µL bir hacmin tipik açıklaması

Ayıraçlar	Konsantrasyonu (µM)	Miktarı (µL)
Tryps_KS-for	0.20	1.0
Tryps_KS-rev	0.20	1.0
Tryps_KS-T.brucei-p	0.16	0.5
Ana karışım (Mastermix) ^a	MD ^b	12.5
Kalıp DNA	MD	5.0
Nükleaz içermeyen su	MD	5.0

^a Ana karışım 2x'tir ve halihazırda diğer PZR ayıraçlarını içerir (tampon ve deoksiniükleotit trifosfatlar - dNTP'ler)

^b MD = Mevcut değil

Testleri optimum hale getirme sürecinde, başka ayıraç konsantrasyonları ve reaksiyon hacimleri de denenmiştir. Mesela Tablo 3.11, hem 25 µL hem 50 µL qPZR reaksiyonları için 10 µM'lik bir konsantrasyonu göstermektedir.

Tablo 3.12, qPZR'de kullanılan protokol için işlemlerin, sıcaklığın ve zaman aralıklarının özetini göstermektedir. Her reaksiyonun başlangıcında, tüm dondurulmuş tamponlar ve kalıplar oda sıcaklığına (15-25 °C) getirilmiş ve reaksiyonlar bir Bio-Rad CFX96 makinesinde (termal döngüleyici - thermal cycler) gerçekleştirilmiştir.

Tablo 3.11. Multipleks bir reaksiyonun ayrıntıları

Ayırıcılar	Konsantrasyonu (μ M)	25 μ L reaksiyonu	50 μ L reaksiyonu
Tryps_KS-for	10	0.5	1.0
Tryps_KS-rev	10	0.5	1.0
Tryps_KS-T.brucei-p	10	0.25	0.5
Tryps_KS-T.cong-p	10	0.25	0.5
Tryps_KS-T.vivax-p	10	0.25	0.5
TLR8-p	10	0.25	0.5
Ana karışım (Mastermix) ^a	MD ^b	12.5	25.0
Kalıp DNA	MD	5.0	10.0
Nükleaz içermeyen su	MD	5.5	11.0

^a Ana karışım 2x'tir ve halihazırda diğer PZR ayırıcılarını içerir (tampon ve deoksiniükleosit trifosfatlar - dNTP'ler)

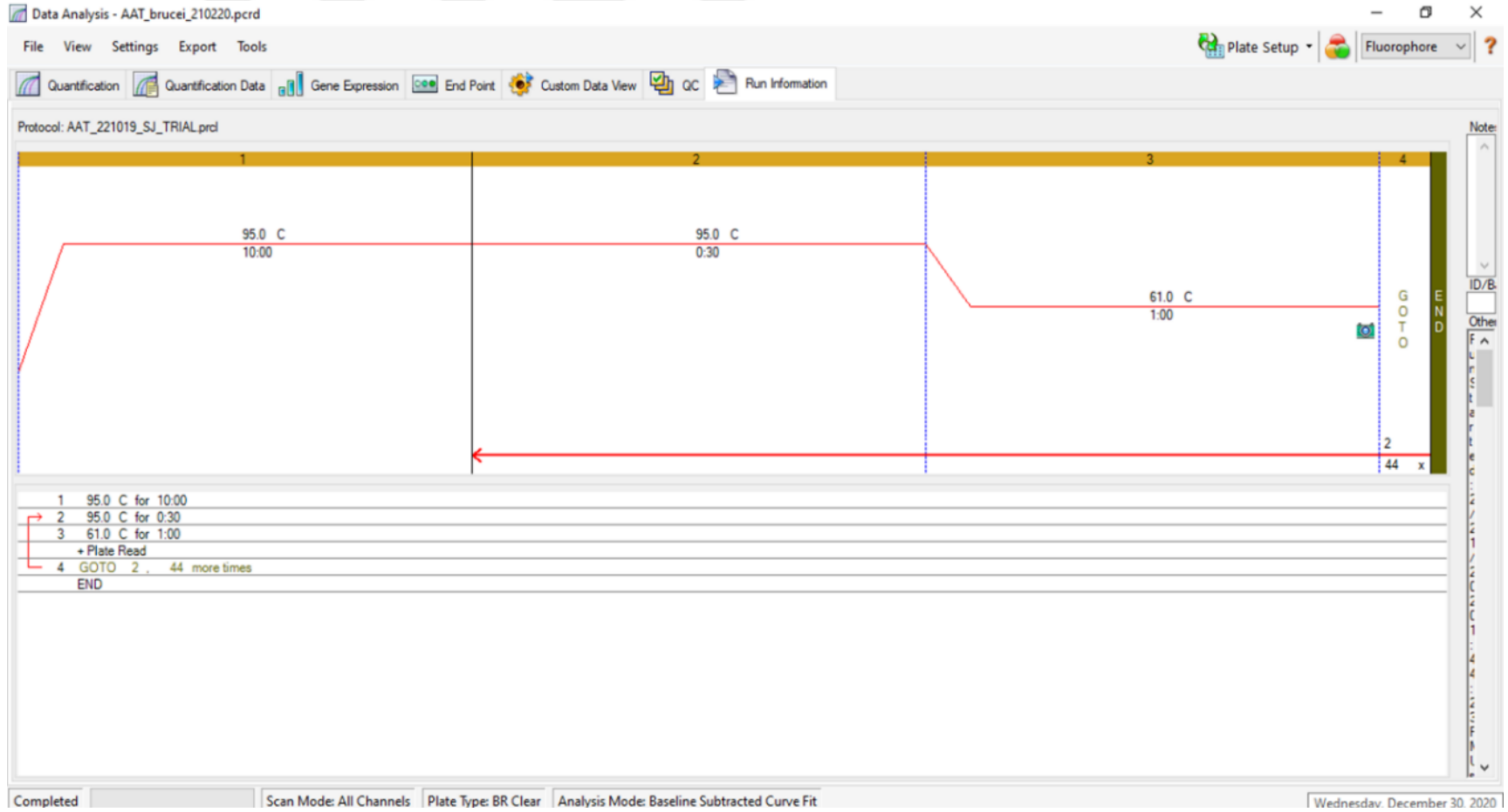
^b MD = Mevcut değil

Tablo 3.12. Kullanılan qPZR protokolü

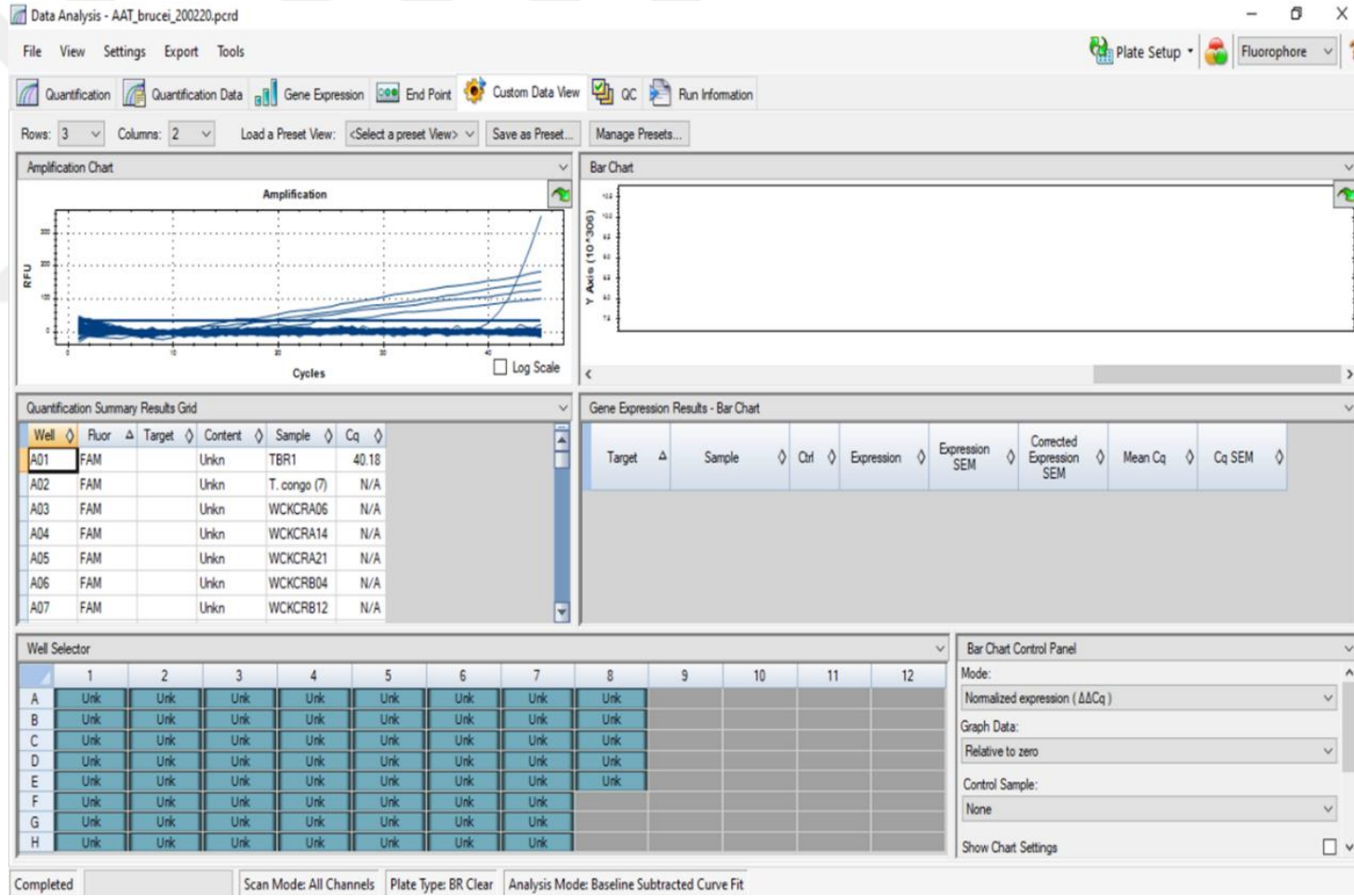
İşlem	Sıcaklık	Süre	Diğer ayrıntı
Başlangıç denatürasyonu	95 °C	10 dakika	-
Denatürasyon	95 °C	30 saniye	45 döngü
Tavlama (bağlanma)	61 °C	60 saniye	

Şekil 3.7'de gösterildiği üzere, başlangıç denatürasyonuna göre sonraki denatürasyon ve tavlama aşamaları çok daha kısaydı, ancak termal döngüleyici tarafından bu iki aşama 45 döngü için otomatik olarak tekrarlanmıştır.

Veri analizi için Bio-Rad CFX 96 termal döngüleyici bir bilgisayara bağlıydı. qPZR sonuçlarının okunmasında ve analizinde kullanılan bilgisayar yazılımının arayüzü Şekil 3.8'de sunulmuştur.



Şekil 3.7. qPZR'nin her çalışması hakkında bilgiler.



Şekil 3.8. Bio-Rad CFX 96 termal döngüleyicide qPZR veri analizi için arayüz.

3.6.3.9 Termal gradyan PZR

Geleneksel PZR sırasındaki optimizasyon protokollerinin bir parçası olarak termal gradyan tekniği de değerlendirilmiştir. Bu tekniği kullanmanın amacı, bu araştırmada test edilen primerler için optimal tavlama (bağlanma) sıcaklığını belirlemektir. Bu yaklaşım, primer konsantrasyonlarının ve toplam reaksiyon hacimlerinin optimizasyonu beklenen sonuçları vermediği için kullanılmıştır. Standart pozitif kontroller için testler optimize edilirken ilk olarak termal gradyan tekniği kullanılmıştır. Her durumda, test edilen tavlama sıcaklık dereceleri en yüksekten en düşüğe sırayla denenmiştir. Yani PZR makinesindeki (termal döngüleyici) sekiz sıranın her biri farklı sıcaklığa sahipti. Bu arada, geleneksel PZR için bu optimizasyon aşaması sırasında elde edilen PZR ürünleri çoğunlukla jel elektroforezi yoluyla incelenmiştir.

3.6.3.10 Geleneksel PZR ve ilgili protokoller

Bu aşamada, çeşitli türe özgü primerler ve dahili kopyalanmış aralayıcı bölge primerleri (Tablo 3.13) denenmiştir. Bu araştırma aşamasının temel amacı aynı zamanda, BCT yaklaşımı kullanılarak daha önce incelenen 921 örnekte üç *Trypanosoma* türünün prevalansını belirlemektir. BCT ile analiz edilen örneklerden beş örnek tüpü saklama sırasında kırıldığı için geleneksel PZR ile analiz edilen toplam örnek sayısı 916 olmuştur.

Bu çalışmada kullanıldığı gibi Tablo 3.13'teki türe özgü geleneksel PZR, aşağıdaki *Trypanosoma* türlerinin teşhisi içindi:

- (1) *T. brucei* (*Trypanozoon* alt cinsi) - GPI-PLC-PZR ve TBR-PZR
- (2) *T. congolense* - TCS-PZR, TCF-PZR ve TCK-PZR
- (3) *T. vivax* - TV-PZR ve Batı Afrika TV-PZR.

Bu arada, ITS-PZR, Tablo 3.13'teki üç hedeflenen tripanosomun ve diğerlerinin eş zamanlı tespiti için tasarlanmış bir yuvalanmış PZR'dir (Cox et al., 2005). Tablo 3.13 aynı zamanda, bu moleküler analizler sırasında araştırılan PZR tipini, tüm primerlerin sekanslarını ve PZR reaksiyon koşullarını göstermektedir. Ayrıca, beklenen ürün boyutlarının hedeflenen tripanosomlara göre değiştiğini de göstermektedir.

Tablo 3.13. Geleneksel PZR için primerlerin ve reaksiyon koşullarının ayrıntıları

PZR reaksiyonu ^a	Teşhis edilen türler	Ürün boyutu (bp) ^b	Primer sekansı	Döngü sayısı	Reaksiyon koşulları
GPI-PLC-PZR	<i>Trypanozoon</i>	324	657: 5'- CGC TTT GTT GAG GAG CTG CAA GCA-3' 658: 5'- TGC CAC CGC AAA GTC GTT ATT TCG-3'	40	95°C'de 15 dakika, sonra 94°C'de 30 saniye, 63°C'de 90 saniye, 72°C'de 70 saniye, 72°C'de sonra 10 dakika.
TBR-PZR	<i>Trypanozoon</i>	173	TBR1: 5'-CGA ATG AAT ATT AAA CAA TGC GCA GT-3' TBR2: 5'-AGA ACC ATT TAT TAG CTT TGT TGC-3'	35	94°C'de 3 dakika, sonra 94°C'de 1 dakika, 55°C'de 1 dakika, 72°C'de 30 saniye, sonra 72°C'de 5 dakika.
TCS-PZR	<i>T. congolense</i> savannah	316	TCS1: 5'-CGA GAA CGG GCA CTT TGC GA-3' TCS2: 5'-GGA CAA ACA AAT CCC GGGCA CA-3'	35	94°C'de 3 dakika, sonra 94°C'de 1 dakika, 60°C'de 2 dakika, 74°C'de 30 saniye.
TCK-PZR	<i>T. congolense</i> kilifi	294	TCK1: 5'- GTG CCC AAA TTT GAA GTG AT-3' TCK2: 5'- ACT CAA AAT CGT GCA CCT CG-3'	35	94°C'de 3 dakika, sonra 94°C'de 1 dakika, 60°C'de 2 dakika, 74°C'de 30 saniye.
TCF-PZR	<i>T. congolense</i> forest	350	TCF: 5'- GGA CAC GCC AGA AGG TAC TT-3' TCF2: 5'- GTT CTC GCA CCA AAT CCA AC-3'	35	94°C'de 3 dakika, sonra 94°C'de 1 dakika, 60°C'de 2 dakika, 74°C'de 30 saniye.
TV-PZR	<i>T. vivax</i>	400	ILO1264: 5'-CAG CTC GGC GAA GGC CAC TTC GCT GGG GTG-3' ILO1265: 5'-TCG CTA CCA CAG TCG CAA TCG TCG TCT CAA GG-3'	35	94°C'de 90 saniye, 55°C'de 90 saniye, 72°C'de 2 dakika.
West African TV-PZR	<i>T. vivax</i>	175	TVW1: 5'-GTG CTC CAT GTG CCA CGT TG-3' TVW2: 5'-CAT ATG GTC TGG GAG CGG GT-3'	35	94°C'de 1 dakika, 55°C'de 1 dakika, 72°C'de 2 dakika.
ITS-PZR ^c	<i>T. congolense</i> forest	1513	ITS1: 5'-GAT TAC GTC CCT GCC ATT TG-3'	İki tur, her biri 35 döngü, ikinci tur PZR için ilk turdan 1 µL ürün eklendi.	95°C'de 7 dakika, sonra 94°C'de 1 dakika, 55°C'de 1 dakika, 72°C'de 2 dakika.
	<i>T. congolense</i> kilifi	1422	ITS2: 5'-TTG TTC GCT ATC GGT CTT CC-3'		
	<i>T. congolense</i> savannah	1413	ITS3: 5'-GGA AGC AAA AGT CGT AAC AAG G-3'		
	<i>T. brucei</i> s.l.	1207-1224	ITS4: 5'-TGT TTT CTT TTC CTC CGC TG-3'		
	<i>T. theileri</i>	988			
	<i>T. simiae</i> Tsavo	954			
	<i>T. simiae</i>	850			
	<i>T. vivax</i>	611			

Kaynak: Ahmed et al. (2013)'ten uyarlanmıştır.

^a Her PZR reaksiyonuna Ahmed et al. (2013)'te referans verilmiştir fakat söz konusu referanslar burada sunulmamıştır.

^b bp = baz çifti

^c İlgili primerler (ITS 1 ila 4), burada belirtilen sekiz *Trypanosoma* türünü eş zamanlı olarak teşhis etmek için tasarlanmıştır.

PZR reaksiyonlarının çoğu, 5 µL ekstraksiyon DNA'sı içeren 25 µL'lik bir toplam hacme (örnek olarak, Tablo 3.14 ve 3.15) dayalı olmuştur. Kalan 20 µL ise, PZR tamponu, bir çift primer (ileri ve geri), dNTP'ler, Taq polimeraz enzimi ve nükleaz içermeyen sudan oluşuyordu. PZR'nin optimizasyonu aşamasında hem 2x hem 5x Phire tamponu ve ayrıca 10x Salsa tamponu denenmiştir. 5x Phire tamponunun aksine 2x tampon, optimizasyon testlerinde iyi performans gösterdi, ancak miktarı, tüm örnekleri test etmek için yeterli değildi. Bundan dolayı, bu 2x tampon ve 5x tampon (iyi performans göstermemiş olan) sonraki testlerde artık kullanılmamıştır. 10x Salsa tamponu da optimizasyon testlerinde iyi performans göstermiş ve sonraki PZR analizlerinde kullanılan ana tampon olmuştur. PAL 1 (Taq polimeraz enzimi) Salsa tamponu ile daha iyi performans göstermiş olup bu araştırmada kullanılan ana enzimdir. Hem Salsa tamponu hem PAL 1, MRC Holland (Hollanda) tarafından üretilmektedir ve bu araştırma için oradan tedarik edilmiştir. Şirketin teknik destek web sitesine (support.mrcholland.com) göre “MRC”, Microbiology Research Centre isminin kısaltmasıdır.

Tablo 3.14. *T. vivax*'ı teşhis etmek için türe özgü geleneksel PZR reaksiyonunun ayrıntıları

Ayrıçalar	Konsantrasyon	25 µL reaksiyonu
TVW 1	10 µM	1.0
TVW 2	10 µM	1.0
PZR tamponu (Salsa)	10 x	2.5
dNTP'ler ^a	10 mM	0.5
Nükleaz içermeyen su	MD ^b	14.8
Kalıp DNA	MD	5.0
Taq enzimi (PAL 1)	MD	0.2

^a Deoksinükleotit trifosfatlar

^b MD = Mevcut değil

Tablo 3.14, mesela *T. vivax*'ı teşhis etmek için bu araştırmada hazırlanan geleneksel PZR reaksiyonunun tipik bir örneğini göstermektedir. Aynı reaksiyon, tüm örnekleri *T. brucei* ve *T. congolense* için taramak amacıyla da kullanılmıştır. Bu arada Tablo 3.15, bu çalışmada kullanılan tipik bir yuvalanmış (nested) PZR reaksiyonunu göstermektedir.

Tablo 3.15. Geleneksel yuvalanmış ITS-PZR reaksiyonunun ayrıntıları

Ayırıcılar	Konsantrasyon	İlk reaksiyon (25 µL)	İkinci reaksiyon (25 µL)
ITS 1 / ITS 3 ^a	10 µM	1.0	1.0
ITS 2 / ITS 4 ^b	10 µM	1.0	1.0
PZR tamponu (Salsa)	10 x	2.5	2.5
dNTP'ler	10 mM	0.5	0.5
Nükleaz içermeyen su	MD ^c	14.8	18.8
Kalıp DNA	MD	5.0	1.0
Taq enzimi (PAL 1)	MD	0.2	0.2

^a ITS 1 ve ITS 3, sırasıyla birinci ve ikinci reaksiyonlarda ileri primerler olarak kullanılmıştır.

^b ITS 2 ve ITS 4, sırasıyla birinci ve ikinci reaksiyonlarda geri primerler olarak kullanılmıştır.

^c MD = Mevcut değil

Bir havuzda birleştirilmiş beş örnek olmak üzere toplam 184 adet havuzlanmış örnek bulunuyordu, sadece sonuncusunda bir örnek vardı. Gerçek örnekler analiz edilmeden önce, dokuz farklı ileri ve geri primer seti kullanılarak çeşitli optimizasyon testleri yapılmıştır. Sonunda, havuzlanmış 184 örneğin tümü, "ITS PZR" kullanılarak iki ayrı PZR reaksiyonunda dört farklı primerin kullanımını içeren yuvalanmış PZR ile test edilmiştir. İkinci reaksiyon, bu reaksiyonda 25 µL hacim içindeki DNA kalıbı olarak birinci reaksiyondan 1 µL PZR ürünü dahil edilerek gerçekleştirilmiştir. Cox et al. (2005) ve Ahmed et al. (2013)'e göre, bu PZR testinin özellikle *T. vivax* ve *T. congolense* varlığını teşhis etmesi beklenmektedir. Analizde, 96 gözü bulunan PZR tablalarının her birinde dört kontrol (bir ekstraksiyon kontrolü, bir negatif kontrol ve iki standart pozitif kontrol) kullanılmıştır. Buradaki negatif kontrol, kalıp olmayan (non-template) kontrolü (yani hedeflenen parazitler içermeyen) ifade etmektedir.

Ekstraksiyon kontrolü, ekstraksiyon işlemi sırasında nükleaz içermeyen su bulunan örnektir. Mesela, 20 örneklik bir grupta, 19'unda kan, sonuncusunda ise nükleaz içermeyen su bulunacaktır. Ekstraksiyon işlemi sonunda, nükleaz içermeyen su bulunan örnekte kesinlikle DNA bulunmamalıdır. Bu örnek DNA içeriyorsa, ekstraksiyon kontamine olmuştur ve o gruptaki tüm örnekler için tekrarlanmalıdır. Negatif kontrol, pozitif standart kontrolün tersidir. Bu, yukarıda da belirtildiği gibi, hedeflenen DNA'yı içermediği bilinen bir örnektir. Mesela, *T. vivax* için test yapılıyorsa, negatif kontrol olarak *T. congolense*'nin pozitif kontrolü konulabilir. Bu amaç için nükleaz içermeyen su da kullanılabilir.

Optimizasyon testlerinden elde edilen ikna edici sonuçlara dayanarak, aynı 184 havuzlanmış örnekte *T. brucei*'nin varlığı, "657" ve "658" etiketli primerlerin kullanımını içeren "GPI-PLC-PZR" adlı geleneksel PZR ile test edilmiştir (Picozzi et al., 2008). Bu primerler, *Trypanosoma* cinsinin alt cinsi olan *Trypanozoon*'u (*T. brucei* bu alt cinse aittir) tespit etmek için tasarlanmıştır. Analizde, 96 gözlü her bir PZR tablasında dört kontrol (bir ekstraksiyon kontrolü, bir negatif kontrol (mikroskopiden pozitif kontrolün tersi) ve iki standart pozitif kontrol) kullanılmıştır. Bu testlerde kullanılan standart pozitif kontroller de Glasgow Üniversitesi'nden alınmıştır ve *T. vivax* ve *T. congolense* için daha önce bahsedilen pozitif kontrollerle birlikte ekstrakte edilmiştir.

3.6.3.11 Kapiller elektroforez (KE)

GPI-PLC-PZR'den elde edilen PZR ürünleri, *T. brucei* için beklenen ürün boyutu 324 baz çifti (bç) açısından (Bkz. Tablo 3.13) KE sistemi (QIAxcel®) ile incelenmiştir. Araştırmada kullanılan KE makinesi tarafından tespit edilebilen maksimum baz çifti 1000 bç idi. Bu nedenle, bu makine özellikle ITS-PZR'nin ürünlerini incelemeye uygun değildi, çünkü orada bazı hedef patojenlerin (*T. congolense* ve *T. brucei* s.l.) ürün boyutu 1000 bç'nin üzerinde idi. Optimizasyon aşamalarında test edilen ITS-PZR ve diğer PZR'lerin ürünlerini incelemek için, aşağıda genel olarak açıklandığı gibi alternatif bir elektroforez (jel) kullanılmıştır.

3.6.3.12 Jel elektroforezi (JE)

Mesela, ITS 3 ve 4'ü içeren ikinci ITS-PZR reaksiyonunu takiben (Tablo 3.15), örneklerin her biri için nihai PZR ürünleri JE sistemi ile incelenmiştir. Yüzde 0.8'lik (ağırlık/hacim) agaroz jelleri; bir Tris-baz, borik asit ve etilendiamintetraasetik asit karışımı içeren 100 mL Tris-borat-EDTA (TBE) tampon çözelti içinde kaynatılarak eritilen 0.8 g agaroz ile yapılmıştır. Kaynatma işlemi, tüm agaroz tamamen eriyene kadar yaklaşık iki dakika boyunca bir mikrodalga ile yapılmıştır. Çözülmüş agaroz ortamı daha sonra 5 µL RedSafe™ nükleik asit solüsyonu ile boyandı, bir kalıba döküldü ve oda sıcaklığında (15–25 °C) soğumaya bırakıldı.

Soğutulan jellerin her oyuğuna 5 µL nihai PZR ürünü doldurulmuştur. Herhangi bir muhtemel bant boyutunu okumak için, jeldeki her sıranın sol ve sağ taraflarına hem 100 hem 50 bp'lik merdivenler eklenmiştir. Bu son deneylerde, her birinde 48 örnek bulunan dört jel vardı. Daha sonra jeller 1× TBE tamponuna yerleştirilmiş ve 60 dakika 100 voltta çalıştırılmıştır. Tamamlandıktan sonra jellerin görüntülenmesi Chemidoc Imaging Systems (Bio-Rad, ABD) ile yapılmıştır.

3.6.4 Süt analizi

İneklerden alınan süt örnekleri, ultrasonik bir süt analiz cihazı (Lactoscan Model MCC50, Milkotronic Ltd., Bulgaristan) ile analiz edilmiştir. Her ölçüm için, süt örnekleri içeren tüpler, tüpün kapağında ve kenarlarında süt yağı kalıntısı olmadığından emin olmak için beş ila yedi kez yukarı aşağı çevrilerek yavaşça karıştırılmıştır. Daha sonra tüp, makinenin, ölçüm başına 15 cm³ süt çeken ilgili kısmına yerleştirilmiştir. Toplam 235 süt örneğinin her biri, makinenin her süt çekişinde aşağıdaki 10 parametreyi belirlemek üzere üç tekrarlı olarak ölçülmüştür:

- | | |
|--------------------------|-----------------------------------|
| 1. Kuru madde (%) | 6. Tuzlar (mineraller) (%) |
| 2. Yağ (%) | 7. Elektrik iletkenliği (mS/cm) |
| 3. Yağsız kuru madde (%) | 8. Su içeriği (%) (eklenmiş su) |
| 4. Protein (%) | 9. Donma noktası (°C) |
| 5. Laktoz (%) | 10. Yoğunluk (kg/m ³) |

Süt örneği sıcaklığı da cihaz tarafından ölçülmüş olup kullanım kılavuzunda belirtilen aralıkta (5 °C ila 40 °C) idi. Kılavuzda sütün mineral içeriği tuzlar (salts) olarak ifade edildiğinden, orijinaline bağlı kalmak amacıyla bu çalışmada da aynı şekilde yani tuzlar olarak ifade edilmiştir. Süt analiz cihazı aralıklı olarak ve analiz gününün sonunda üreticinin tavsiyesine göre asidik (%3) ve alkali solüsyonlar (%3) ile temizlenmiştir.

Süt örneklerinin alınması ile kan örneklerinin alınması birlikte yapıldığından, her ineğin kan PHH değeri ve tripanosomozis durumu da (pozitif

veya negatif) sırasıyla hematokrit yöntemi (Woo, 1969) ve mikroskopi (Murray et al., 1977) ile belirlenip kaydedilmiştir.

3.7 İstatistikî Analizler

3.7.1 Meta-analiz

3.7.1.1 Havuzlanmış prevalans tahmini

Her çalışmadaki prevalans oranı nokta tahmini, orijinal makalelerdeki metinlerden, tablolardan veya şekillerden alınmıştır. Standart hatalar, %95 güven aralıkları, ilgili ağırlıklar ve birleştirilmiş çalışmalar arasındaki heterojenlik, Neyeloff et al. (2012) tarafından geliştirilen Excel şablonu ile tahminlenmiştir. Her çalışmanın prevalansı ve havuzlanmış prevalans, güven aralıkları ile birlikte bir orman grafiği (forest plot) ile sunulmuştur. Orman grafiği ifadesi, grafiğin bir çizgiler ormanı olarak görüldüğü fikrinden kaynaklanmaktadır (Lewis and Clarke, 2001). Havuzlanmış prevalans, en yaygın sığır ırkını ve teşhis yöntemini içeren sonuçların birleştirilmesiyle tahmin edilmiştir.

3.7.1.2 Heterojenlik ölçütü

Uygun çalışmalar arasındaki heterojenlik, %5 alfa seviyesinde ki-kare dağılımına dayalı Cochran'ın χ^2 testi (Q-testi) olarak tahmin edilmiştir (Duval and Tweedie, 2000; Higgins and Thompson, 2002). Yüzde (%) olarak ifade edilen ters (invers) varyans indeksi (I^2), Q-testini desteklemek ve heterojenliği ölçmek için kullanılmıştır. Birleştirilmiş çalışmalar arasındaki heterojenlik, önce sabit etkiler, sonra rastgele etkiler modelleri ile değerlendirilmiştir. Sabit etkiler modelinde Q-testinin önemli değeri ($P < 0.05$) ve yüksek heterojenlik (I^2 indeksi yaklaşık %92) nedeniyle, alternatif olarak, I^2 indeksi yaklaşık %55, yani orta derecede bir heterojenlik (Higgins and Thompson, 2002), olan rastgele etkiler modeli, havuzlanmış prevalansı tahmin etmek için kullanılmıştır. Bu rastgele etkiler modeli, dahil edilen tüm çalışmaların prevalans tahminlerinden ağırlıklı ortalamanın hesaplanmasını içermektedir.

Rastgele etkiler modeli (Higgins and Thompson, 2002; Huedo-Medina et al., 2006) aşağıdaki şekilde sunulmaktadır:

$$Y_i = \mu_{\Theta} + \alpha_i + \varepsilon_i$$

Burada:

$Y_i = k$ çalışmadan oluşan bir tabakada i 'inci prevalans tahmini ($i = 1, 2, \dots, k$);

μ_{Θ} = parametrik ortalama;

$\alpha_i \approx N(0, \tau^2)$, τ^2 çalışmalar arası varyanstır;

$\varepsilon_i \approx N(0, \sigma_i^2)$, σ_i^2 çalışma içi varyanstır (örnekleme hatası).

Aşağıda gösterildiği gibi, her çalışmanın ağırlığı (w_i) (Higgins and Thompson, 2002) toplam varyansın tersine dayalı olarak hesaplanmaktadır.

$$w_i = (\sigma_i^2 + \tau^2)^{-1}$$

3.7.1.3 Alt grup ve duyarlılık analizleri

Burada kullanıldığı şekliyle duyarlılık analizi, meta-analiz için sonuçları birleştirmek amacıyla kullanılan karar kriterlerindeki değişikliklere bağlı olarak havuzlanmış prevalanstaki değişiklikleri değerlendirmiştir. Bu tür karar kriterleri, özet etki (summary effect) modelini (rastgele veya sabit), tripanosom teşhis yöntemini ve çalışma tiplerini (hakemli makale veya gri literatür) içermiştir. Uçdeğer prevalans (diğer verilere kıyasla yüksek veya düşük prevalans oranı) gibi şüpheli sonuçları hariç tutmak için dahil etme kriterlerinin değiştirilmesi yoluna da gidilmiştir. Bu arada, daha küçük temel veri kategorileri arasında tripanosomozis prevalansını daha fazla incelemek için alt grup analizi kullanılmıştır. Hem duyarlılık hem alt grup analizleri, rastgele etkiler modeli kullanılarak yapılmıştır.

3.7.2 Ankete ilişkin istatistiki analiz

Veriler önce Microsoft Excel dosyasına girilmiş ve daha sonra bu program kullanılarak ön incelemeler yapılmıştır. Daha sonra, IBM SPSS (versiyon 23.0) programı kullanılarak, incelenen kategorik değişkenlerdeki varyasyonlar önce frekans dağılımı ile gösterilmiş, sonrasında ise tanımlayıcı analiz yapılmıştır. Bazı değişkenler arasındaki ilişkiler Pearson ki-kare (χ^2) testi ile incelenmiştir. Bu testte istatistiki olarak önemli bir ilişki ($P < 0.05$) bulunduğunda, dikkate alınan değişkenlerin sayısına bağlı olarak Cramer's V veya Phi katsayısına dayalı etki büyüklüğü, ilişkilerin büyüklüğü ve yönü açısından ayrıca incelenmiştir. Değişkenler arasındaki ilişkinin gücü, Kotrlik et al. (2011) tarafından bildirildiği gibi belirtilmiştir.

3.7.3 Kan örneklerine ilişkin istatistiki analiz

3.7.3.1 Mikroskopiden üretilen veriler

Kan örneklerinin teşhisi için mikroskopi yöntemine dayalı olarak üretilen verileri analizinde, genellikle, Microsoft Excel ve IBM SPSS kullanılarak tanımlayıcı istatistikler elde edilmiştir. Yönetim ve yetiştirme konularında gelecekteki kararlara yardımcı olabilecek bütünleyici görüşler ve yeni bilgiler elde etmek için, örnek alınan tüm hayvanlar çeşitli bakış açılarından analiz edilmiştir. Verilere ilişkin genel bilgiler, genotip ve mevsim, cinsiyet ve yaş grupları, cinsiyet ve kıl örtüsü rengi gibi kategorilere göre değerlendirilmiştir.

Her pozitif hayvanın kimliği, örneğin alındığı bölge, ilçe ve köy belirtilerek tablo şeklinde gösterilmiştir. Ayrıca, tripanosom türü ve parazitemi yanı sıra genotip, cinsiyet, yaş, vücut kondisyonu, besleme şekli, kıl örtüsü rengi, fizyolojik durum, buzağılama sayısı ve PHH değeri de belirtilmiştir. Bu tür spesifik bilgiler, örneğin alındığı mevsime göre ayrı ayrı sunulmuştur.

Ayrıca pozitif hayvanlarda AHT ile ilişkili risk faktörlerini daha iyi anlamak için incelenen risk faktörlerine göre prevalans hesaplanmıştır. Prevalans, %95

güven aralığı ile birlikte yüzde olarak ifade edilmiştir. Dikkate alınan risk faktörleri aşağıda sıralanmıştır:

1. Örnek alınan bölge
2. Örnek alınan ilçe
3. Örnek alınan köy ve mevsim
4. Besleme şekli ve mevsim
5. Vücut kondisyonu ve mevsim
6. Örnek alınan mevsim
7. Hayvanın cinsiyeti
8. Genotip ve cinsiyet
9. Yaş grubu ve cinsiyet
10. Hayvanların PHH değeri
11. Hayvanların kıl örtüsü rengi
12. Fizyolojik durum (en az bir defa buzağılayan yetişkin dişiler için).

3.7.3.2 Moleküler teşhisten üretilen veriler

Kan örneklerinin moleküler teşhisinden elde edilen çok sınırlı veri vardı. Bu arada, qPZR'de veri analizi için Bio-Rad CFX 96 termal döngüleyici halihazırda bir bilgisayara bağlıydı ve analizin ilk aşaması buradan başlamıştır. Ortaya çıkan sonuçları ilk olarak okumak ve incelemek için kullanılan bilgisayar yazılımının arayüzü daha önce Şekil 3.8'de sunulmuştur. qPZR'den kaynaklanan sinyaller ilk olarak bu arayüz üzerinden gözlenmiştir. Her sinyalin Cq (quantification cycle (miktar tayin döngüsü)) değeri, yazılımın mevcut dahili algoritmaları kullanılarak okunmuştur.

T. brucei'nin teşhisi, uygulanan her iki PZR protokolünde kesindi. Ancak *T. brucei* içeren hiçbir pozitif örnek tespit edilmediğinden, bu konuda istatistiki analiz gerekli olmamıştır. Diğer yandan, *T. congolense* ve *T. vivax* teşhisi için de her iki PZR protokolü tamamlanmıştır, ancak sonuçlar kesin veya ikna edici değildi. Bu nedenle, bu araştırma aşamasından istatistiki analiz için hiçbir veri üretilmemiştir.

3.7.4 Süt örneklerinden elde edilen veriler

Süt analiz cihazı üreticisinin tavsiyesi doğrultusunda, her süt örneğinin üç tekrarlı analizinden elde edilen ortalama değer, daha sonraki istatistiki analizde kullanılmıştır. Açıklayıcı veri analizi aşamasında her parametre ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum bakımından incelenmiştir. Daha sonra IBM SPSS (versiyon 23) programında GLM Univariate prosedürü (tek bağımlı değişkenli genel doğrusal model) kullanılarak veriler derinlemesine incelenmiştir. Ön analizlerde, incelenen yedi sabit faktör arasındaki tüm muhtemel ikili interaksiyonlar istatistiki olarak önemli bulunmadığından ($P > 0.05$) nihai analize dahil edilmemiştir. Tahminlenen Marjinal Ortalamalara (TMO) dayalı ikili karşılaştırmalar, LSD (Least Significant Difference (Asgari Önemli Fark)) seçeneği kullanılarak yapılmıştır. Yorumlarda, < 0.05 olan P değerleri istatistiki olarak önemli kabul edilmiş, 0.05 ila 0.10 arasındaki P değerleri ise önemli kabul edilmemekle birlikte ilgili faktörler ilerideki çalışmalarda daha fazla incelenmeye değer bulunmuştur.

Sütle ilgili verilerin analizinde kullanılan nihai istatistiki model aşağıdaki gibidir:

$$Y_{ijklmnop} = \mu + b_i + y_j + h_k + k_l + g_{sm} + b_{\beta n} + m_o + e_{ijklmnop}$$

Modelde

$Y_{ijklmnop}$ = Kuru madde, yağ, yağsız kuru madde, protein, laktoz ve tuzlar (%); yoğunluk (kg/m^3); iletkenlik (mS/cm); donma noktası ($^{\circ}\text{C}$)

μ = genel ortalama,

b_i = i'inci örnek alma bölgesinin sabit etkisi (1 = Batı Sahili, 2 = Aşağı Nehir, 3 = Orta Nehir Güney, 4 = Orta Nehir Kuzey, 5 = Yukarı Nehir),

y_j = j'inci laktasyondaki inek yaşının sabit etkisi (5 = ≤ 5 yaş, 6 = 6 yaş, 7 = 7 yaş, 8 = 8 yaş, 9 = 9 yaş, 10 = ≥ 10 yaş),

h_k = k'inci laktasyondaki inek kanı paketlenmiş hücre hacminin sabit etkisi (1 = ≤ 20 , 2 = 21 ila 25, 3 = 26 ila 30, 4 = ≥ 31),

k_l = l'inci laktasyondaki inek kıl örtüsü renginin sabit etkisi (1 = koyu kahverengi, 2 = açık kahverengi, 3 = siyah, 4 = alaca),

g_{sm} = m'inci günlük sağım sayısının sabit etkisi (1 = bir kez, 2 = iki kez),

$b_{şn}$ = n'inci laktasyondaki inek besleme şeklinin sabit etkisi (1 = takviye yok, 2 = kısmi yem takviyesi, 3 = yem takviyesi),

m_o = o'uncu süt örneği alma mevsiminin sabit etkisi (1 = yağmurlu mevsim, 2 = erken kurak mevsim),

$e_{ijklmnop}$ = normal dağılım gösteren, ortalaması sıfır ve varyansı σ^2 olan hata terimi.

Alaca kıl örtüsü rengi grubu, hangi rengin daha baskın olduğuna bakılmaksızın, aşağıdaki kıl örtüsü renklerinden herhangi birine sahip olan laktasyondaki inekleri tanımlamaktadır: siyah ve gri, kahverengi ve gri, kahverengi ve siyah veya siyah, kahverengi ve gri.

İneklerin yaşı ve buzağılama sayısı, ilgili çiftçiler veya çobanlar tarafından sağlanan bilgilere dayanmaktadır ve mümkün olduğunda araştırmacı (tez sahibi) tarafından doğrulanmıştır. İneklerin yaşına dair bilgilerin daha sağlıklı olabileceği düşüncesi ile istatistik modele yaş konulmuştur.

3.7.4.1 Süt verilerinin analizinde istatistiki modele konulmayan faktörler ve nedenleri

Laktasyon dönemi bakımından tüm ineklere ait veriler olmadığından bu faktör istatistik modele konulmamıştır [çoğunlukla kurak mevsimde kaydedilmiş olmak üzere sadece 132 inek için mevcuttu (erken = 47; orta = 15; geç = 70)].

Süt miktarı da, tüm ineklere ait veriler olmadığından modele dahil edilmemiştir [yalnızca kurak mevsimde kaydedilmiş olmak üzere sadece 115 inek için mevcuttu (1 = ≤ 0.5 L (n = 58), 2 = 0.6 ila 1.0 L (n = 44), 3 = 1.1 ila 1.5 L (n = 11), 4 = >1.5 L (n = 2))].

Ayrıca, toplam 235 inek arasında pozitif inek sayısının çok düşük (sadece iki) olması nedeniyle, bu değişken de (trpanosomozis durumu) nihai istatistik

modele konulmamıştır. Tripanosomozisin süt bileşimine etkisi bu çalışma kapsamında incelenmesi planlanan konulardan biri olmakla birlikte pozitif inek sayısının çok az olması nedeniyle bu mümkün olamamıştır.

Bazı sürüler için bir veya iki süt örneği gibi çok az sayıda veri olduğundan, sürü istatistiki modele konulmamıştır.

Örnek alınan ineklerin genotipi de kaydedilmiş olup N'dama dışında, G×N [Gobra (zebu) ve N'Dama melezi] genotipine sahip ineklerden olmak üzere, sadece iki örnek mevcuttu. Sayısı çok az olduğu için bu örneklerle ait veriler analizde kullanılmamıştır. Sonuçta, N'Dama ineklerinden elde edilen 233 süt örneğine ait veriler istatistiki olarak analiz edilmiştir. Ancak, N'Dama ırkından iki ineğe ait PHH değeri mevcut olmadığından, IBM SPSS analizinde program toplam 231 süt örneği satırını dikkate almıştır.

4. BULGULAR

4.1 Sistematik Derleme ve Meta-analiz

Burada sunulan bilgiler, bu çalışmaya dayalı olarak yayınlanmış makaleden alınmıştır. Daha fazla ayrıntı Ek 2'de yer almaktadır.

4.1.1 Sistematik literatür taraması

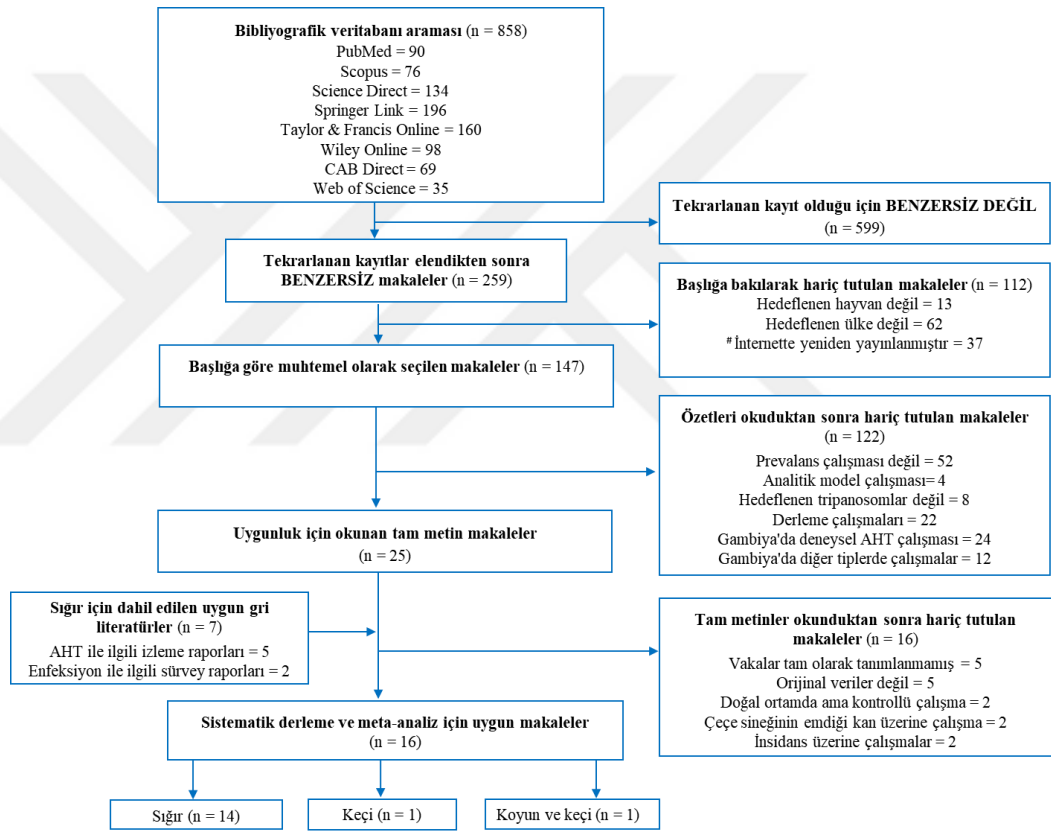
Çalışma seçiminde kullanılan adımların ayrıntıları (hariç tutulan ve dahil edilen çalışmaların sayısı ve bunların çeşitli nedenleri) akış diyagramında gösterilmiştir (Şekil 4.1). Sığırlarla ilgili tüm uygun çalışmalar, N'Dama ırkında prevalansı incelemiştir. Gobra sığır ırkında ve N'Dama ile melezlerinde doğal enfeksiyonlar üzerine gözlemler de belirlenmiş, ancak deneysel olarak kontrol edilen bu tür çalışmalar dahil edilme kriterlerimizi karşılamamıştır.

Uygun araştırmalardaki hayvanların yaşı, sığırlarda buzağı-danalardan (0 ila 1 yıl) altı yaşında olanlara kadar değişmiştir. Yalnızca, saha koşullarındaki doğal tripanosom enfeksiyonlarına dayalı hakemli çalışmalar dikkate alındığında, 1991 ila 1995 gibi bazı yıllara ait gözlemler bakımından veri boşlukları vardı. Bu arada, 2000 yılından 2018 yılına kadar, sığırlarla ilgili olarak sadece bir hakemli yayın bu çalışma için uygunluk kriterlerini karşılamıştır. Google arama motorunda uygun gri literatür bulunmazken, ITC'den alınan sığırlarda tripanosomozis prevalansına ilişkin mevcut veriler epidemiyoloji araştırma projeleri (1985/86 ve 2011 yılları) ve sürü izleme raporları (2013 ila 2017 yılları) idi.

4.1.2 AHT ile ilgili uygun çalışmalar

Şekil 4.2'de görüldüğü gibi, uygun çalışmalar çoğunlukla Orta Nehir Bölgesi'ndeki Niamina East (NE) ve Fulladu West (FW) ilçelerinde ve Aşağı Nehir Bölgesi'ndeki Kiang West (KW) ilçesinde gerçekleştirilmiştir. Sığırların gündüzleri güdüldüğü, ancak geceleri boynuzların etrafındaki iplerle kısa kazıklara bağlanabildiği geleneksel ekstansif sığırcılık sistemi, uygun çalışmalar arasında en çok bildirileni idi. Yaygın olarak bahsedilen çeçe sineği türleri,

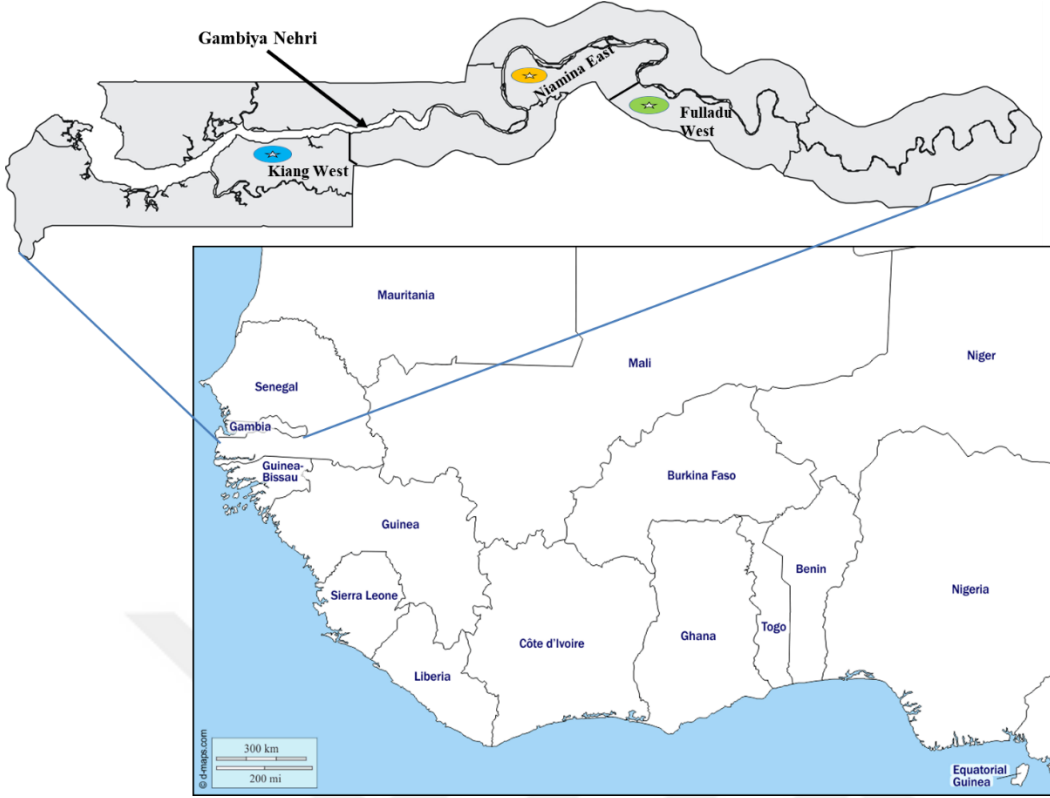
bozulmuş ve açık savan ormanlık yaşama ortamlarında (habitat) bulunan *Glossina morsitans submorsitans* ve *G. palpalis gambiensis* olmuştur. Tüm çalışmalarda, EDTA içeren tüplerle toplanan kan örneklerinde tripanosom pozitifliğini belirlemek için buffy coat tekniği (BCT) ve tür belirleme için mikroskopi kullanılmıştır. Rapor edilen çalışmalarda parazitemi, Paris et al. (1982) tarafından bildirilen sisteme göre puanlanmıştır. Serolojik (ELISA) veya moleküler (PZR) teknik kullanan çalışmalarda BCT de ayrıca kullanmıştır. Döngü aracılı izotermal amplifikasyon (LAMP) tekniği henüz kullanılmamıştır. Bu arada, hiçbir çalışmada ikiden fazla tespit yöntemi kullanılmamıştır.



1980'den çok önce gerçekleştirilen ancak yakın zamanda çevrimiçi olarak yayınlanan kağıda basılı çalışmaları göstermektedir;

AHT = Afrika Hayvan Tripanosomozisi.

Şekil 4.1. Literatür seçimi süreçlerini özetleyen PRISMA akış diyagramı.



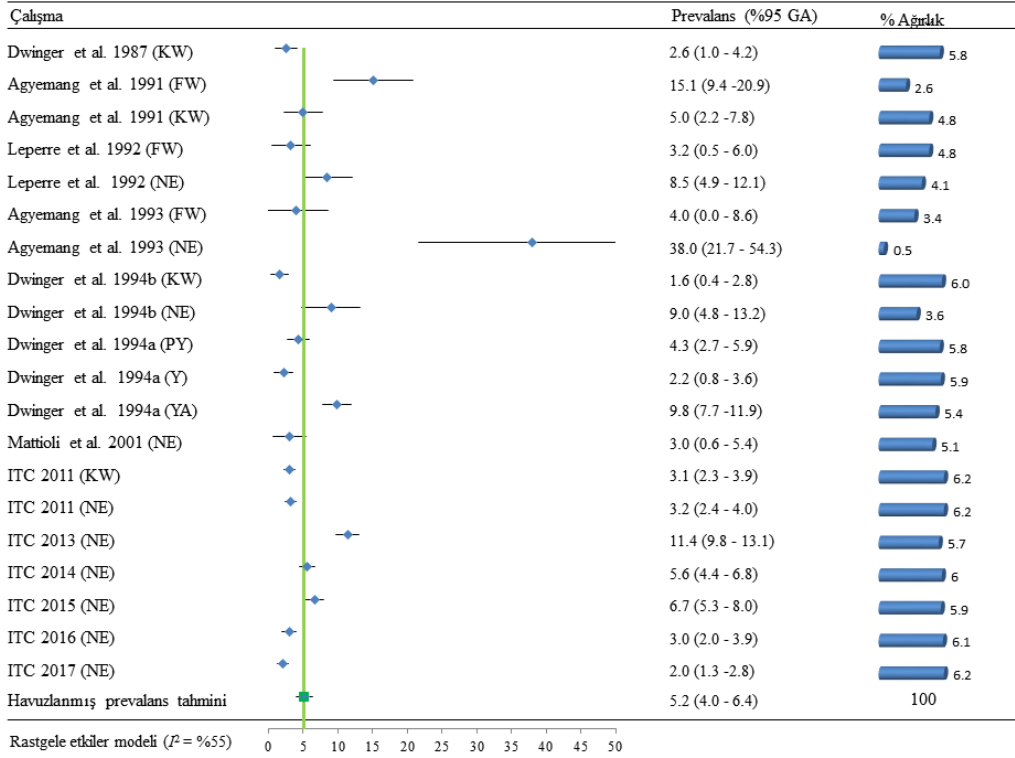
Şekil 4.2. AHT ile ilgili epidemiyoloji çalışmalarının çoğunlukla gerçekleştirildiği Gambiya'nın üç ilçesi.

Sığırların yaşına dayalı olarak prevalansı inceleyen çalışmada (Dwinger et al., 1994a), genç yetişkinlerde (2 ila 4 yaş) prevalans, buzağı-danalar (0 ila 1 yaş) ve bir yaşını doldurmuş (1 ila 2 yaş) olanlara göre daha yüksek bulunmuştur. Sığırlarla ilgili uygun çalışmaların hiçbiri tripanosomozis prevalansını hayvanların cinsiyetine göre vermemiştir. Genel olarak, mevsime göre prevalans bildirilmemiştir, ancak böyle bilgiler bazı çalışmalardan çıkarılabilmektedir. Bildirildiği çalışmalarda, PHH değerinin %20'den az olması, pozitif AHT vakaları için genellikle ölçüt olarak belirtilmiştir. Farklı fizyolojik gruplardaki ineklerde tripanosomozis enfeksiyonlarının incelendiği bir çalışmada, enfekte ineklerde ortalama PHH değerleri gruplara göre %20.5 ile %26.5 arasında bulunmuştur (Agyemang et al., 1991b). Tekli tripanosom enfeksiyonu olan N'Dama ineklerinde ortalama aylık parazitemi puanı, *T. brucei* için 2.3, *T. congolense* için 2.8 ve *T. vivax* için 2.9 olarak belirlenmiştir (Agyemang et al., 1993).

4.1.3 Sığırlarda tripanosomozis prevalansı

Çeşitli çalışmalarda bildirilen tripanosom türleri, konuma (ilçeler ve bölgeler) göre değişmektedir. Dwinger et al. (1994b) tarafından, BCT'ye dayalı olarak, Kiang West ilçesindeki Keneba'da enfeksiyonların %90'dan fazlasının *T. congolense* kaynaklı olduğu belirtilmiştir. Bazı çalışmalarda (Agyemang et al., 1993; Dwinger et al., 1994b), Niamina East ilçesinde *T. vivax* prevalansının daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Genel olarak, BCT ile belirlenmiş karışık enfeksiyonların en yaygın şekli *T. vivax* ve *T. congolense* içerenlerdir. Bununla birlikte, türe özgü PZR kullanan Duffy et al. (2009), *T. vivax* ve *T. brucei* karışık enfeksiyon prevalansının daha yüksek olduğunu bildirmiştir. BCT (Agyemang et al., 1993) veya PZR (Duffy et al., 2009) vasıtası ile üç tripanosomu içeren karışık enfeksiyon da rapor edilmiştir. Ayrıca, sığırlar için patojenik olmadığı kabul edilen *T. theileria* enfeksiyonları belirlenmiştir (Dwinger et al., 1994b). Bu arada, parazitemi durumu sıklıkla rapor edilmemiştir.

Rastgele etkiler modeline dayalı olarak, BCT'ye göre sığırlarda havuzlanmış AHT prevalansı %5.2 (%95 GA: 4.0 – 6.4) olarak tahmin edilmiştir. Şekil 4.3'te yer alan orman grafiği, her bir çalışmanın prevalans tahminlerini ve havuzlanmış prevalansı %95 güven aralıklarıyla göstermektedir. Duyarlılık analizine göre; tahminlenen havuzlanmış prevalans, özet etki modellerinden, yayınların tipinden, tripanosom teşhis yönteminden ve bunların meta-analizde nasıl birleştirildiğinden etkilenmiştir (Tablo 4.1). Alt grup analizinde; prevalansın, çalışmanın gerçekleştirildiği bölgelere ve ilçelere, süreye ve gözlem yıllarına göre de değiştiği görülmüştür (Tablo 4.2).



Açıklamalar

Çalışmalarda bildirilen prevalansları ayırt etmek için parantez içindeki kısaltmalar kullanılmıştır:

PY = Pre-yearlings - Buzağı-dana (0 ila 1 yaş)

Y = Yearlings - Bir yaşını doldurmuş (1 ila 2 yaş)

YA = Young adults - Genç yetişkinler (2 ila 4 yaş)

KW = Kiang West ilçesi

NE = Niamina East ilçesi

FW = Fulladu West ilçesi

GA = Güven aralığı

Burada sunulan tüm çalışmalar, kan örneklerinde tripanosomları teşhis etmek için BCT kullanmıştır.

Her çalışmanın ağırlığı, toplam ağırlığa göre hesaplanmıştır.

Not: Meta-analiz makalesindeki Agyemang et al. (1991), bu tezin kaynaklar listesinde Agyemang et al. (1991b) olarak yer almaktadır.

Şekil 4.3. Gambiya sığırlarında AHT prevalansı ile ilgili orman grafiği (1980 – 2018).

Tablo 4.1. Gambiya sığırlarında AHT prevalansı için duyarlılık analizi[#]

Çalışma özellikleri	Dahil edilen sonuçların sayısı ^a	Prevalans (%)	Standart hata	%95 güven aralığı (%)	Heterojenlik ölçüleri		İlgili çalışmalar
					Q istatistiği ^b	I ² indeksi (%)	
Tripanosom teşhis etme yöntemi							
Tüm yöntemler ^c	22	6.2	0.71	4.8 – 7.6	102.4*	79.5	Dwinger et al. (1987); Agyemang et al. (1991, 1993); Leperre et al. (1992); Dwinger et al. (1994a, b); Mattioli et al. (2001); Duffy et al. (2009); ITC (2011, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017)
Sadece BCT ^d	20	5.2	0.62	4.0 – 6.4	42.1*	54.9	Dwinger et al. (1987); Agyemang et al. (1991, 1993); Leperre et al. (1992); Dwinger et al. (1994a, b); Mattioli et al. (2001); ITC (2011, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017)
Özet etkilleri modeli							
Sabit	20	3.8	0.16	3.5 – 4.1	234.0*	91.9	Sadece BCT için olan ile aynı
Rastgele	20	5.2	0.62	4.0 – 6.4	42.1*	54.9	Sadece BCT için olan ile aynı
Şüpheli prevalans sonuçlarını hariç tutma							
Düşük prevalans ^e	19	5.4	0.69	4.0 – 6.7	38.1*	52.8	ITC (2011) NE ilçesi hariç tutulmuştur
Yüksek prevalans ^f	19	5.0	0.60	3.8 – 6.2	29.3*	38.6	Agyemang et al. (1993) NE ilçesi hariç tutulmuştur
Yayın türleri							
Hakemli	12	6.0	1.08	3.9 – 8.1	24.4*	54.9	Agyemang et al. (1991, 1993); Leperre et al. (1992); Dwinger et al. (1994a, b); Mattioli et al. (2001)
Gri literatür	8	4.6	0.83	3.0 – 6.3	12.1 ^{öd}	42.0	Dwinger et al. (1987); ITC (2011, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017)
Çalışmaları içindeki sonuçlara bölmeden							
Tümü ^g	14	7.2	0.89	5.5 – 9.0	81.0*	84.0	Dwinger et al. (1987); Agyemang et al. (1991, 1993); Leperre et al. (1992); Dwinger et al. (1994a, b); Mattioli et al. (2001); Duffy et al. (2009); ITC (2011, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017)
Sadece BCT ^h	13	5.5	0.72	4.1 – 6.9	22.5*	46.7	Dwinger et al. (1987); Agyemang et al. (1991, 1993); Leperre et al. (1992); Dwinger et al. (1994a, b); Mattioli et al. (2001); ITC (2011, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017)

Açıklamalar

[#] Özet etkileri modellerini değerlendirmede belirtilen sabit etkileri modeli dışındaki tüm hesaplamalarda rastgele etkileri modeli kullanılmıştır.

* P < 0.05; ^{öd} Önemli değil (P > 0.05)

^a Belirtilen kriterlere göre tripanosomozis prevalansı rapor eden sonuç sayısı;

^b Meta-analiz için birleştirilen ve ki-kare dağılımına dayalı olarak test edilen çalışmalar arasındaki heterojenlik (sıfır hipotezi (H₀): birleştirilen tüm çalışmalar homojendir, ve alternatif hipotez (H_a): duyarlılık meta-analizinde birleştirilen çalışmalar arasında heterojenlik vardır);

^c Seçim kriterlerini karşılayan sığırlarla ilgili tüm sonuçlar dahil edilmiştir. Bunlar, buffy coat tekniğine (BCT), polimeraz zincir reaksiyonuna (PZR) ve enzime bağlı immünosorbent testine (ELISA) dayalı sonuçları kapsamaktadır;

^d Yalnızca BCT'ye dayalı sonuçlar dahil edilmiştir. ELISA ve PZR'ye dayalı iki sonuç hariç tutulmuştur;

^e Bir sonuç [ITC, 2011 (NE)], 2016' yılından önce aynı tripanosom teşhis yöntemini kullanan aynı ilçeden (Niamina East) diğer sonuçlarla karşılaştırıldığında, düşük prevalans değeri (%3.2; Bkz. Şekil 4.3) nedeniyle hariç tutulmuştur;

^f Bir çalışma [Agyemang et al. 1993 (NE)], diğer sonuçlarla karşılaştırıldığında sıra dışı prevalans değeri (%38; Bkz. Şekil 4.3) nedeniyle hariç tutulmuştur;

^g Kullanılan tripanosom teşhis yöntemlerine, çalışma alanına veya hayvanların bildirilen yaşına bakılmaksızın tüm uygun çalışmalar birleştirilmiştir;

^h Sadece, BCT kullanan uygun çalışmalar birleştirilmiştir.

Not: Meta-analiz makalesindeki Agyemang et al. (1991), bu tezin kaynaklar listesinde Agyemang et al. (1991b) olarak yer almaktadır.

Tablo 4.2. Rastgele etkiler modeline dayalı olarak Gambiya sığırlarında AHT prevalansı için alt grup analizi

Çalışma özellikleri	Dahil edilen sonuçların sayısı ^a	Prevalans (%)	Standart hata	%95 güven aralığı (%)	Heterojenlik ölçüleri		İlgili çalışmalar
					Q istatistiği ^b	I ² indeksi (%)	
Tripanosom teşhis etme yöntemi							
BCT	20	5.2	0.62	4.0 – 6.4	42.1*	54.9	Dwinger et al. (1987); Agyemang et al. (1991, 1993); Leperre et al. (1992); Dwinger et al. (1994a, b); Mattioli et al. (2001); ITC (2011, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017)
PZR	1	10.9 ^c	2.37	6.2 – 15.5	-	-	Duffy et al. (2009)
ELISA	1	54.8 ^c	5.25	44.5 – 65.1	-	-	Mattioli et al. (2001)
Bölgeler							
Orta Nehir	13	6.1	0.90	4.3 – 7.9	28.8*	58.3	Agyemang et al. (1991, 1993); Leperre et al. (1992); Dwinger et al. (1994b); Mattioli et al. (2001); ITC (2011, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017)
Aşağı Nehir	4	2.8	0.53	1.7 – 3.8	3.5 ^{öd}	14.1	Dwinger et al. (1987); Agyemang et al. (1991); Dwinger et al. (1994b); ITC (2011)
İlçeler							
Niamina East	10	6.0	0.99	4.1 – 8.0	23.1*	61.0	Leperre et al. (1992); Agyemang et al. (1993); Dwinger et al. (1994b); Mattioli et al. (2001); ITC (2011, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017)
Fulladu West	3	7.1	3.27	0.7 – 13.5	2.6 ^{öd}	23.5	Agyemang et al. (1991, 1993); Leperre et al. (1992)
Kiang West	4	2.8	0.53	1.7 – 3.8	3.5 ^{öd}	14.1	Dwinger et al. (1987); Agyemang et al. (1991); Dwinger et al. (1994b); ITC (2011)
Gözlem süresi (ay)							
≤ 12	11	4.9	0.75	3.4 – 6.3	15.8 ^{öd}	36.6	Dwinger et al. (1994a); Mattioli et al. (2001); ITC (2011, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017)
> 12 ve ≤ 24	5	8.3	2.45	3.4 – 13.1	11.4*	65.0	Leperre et al. (1992); Agyemang et al. (1993); Dwinger et al. (1994b)
> 24	3	6.5	2.85	0.9 – 12.1	3.7 ^{öd}	45.9	Agyemang et al. (1991); Dwinger et al. (1994b)
Gözlem yılı (yıl periyotları)							
1986 – 1990 ^d	12	5.2	0.93	3.4 – 7.0	27.8*	60.4	Dwinger et al. (1987); Agyemang et al. (1991, 1993); Leperre et al. (1992); Dwinger et al. (1994a,b)
1996 – 2000	1	3.0 ^c	1.23	0.6 – 5.4	-	-	Mattioli et al. (2001)
2011 – 2015	5	5.7	1.45	2.9 – 8.6	5.3 ^{öd}	25.0	ITC (2011, 2013, 2014, 2015)
2016 – 2017	2	2.5	0.45	1.6 – 3.3	1.0 ^{öd}	0.0	ITC (2016, 2017)

Açıklamalar

*P < 0.05; ^{öd} Önemli değil (P > 0.05)^a Belirtilen kriterlere göre tripanosomozis prevalansı rapor eden sonuç sayısı;^b Meta-analiz için birleştirilen ve ki-kare dağılımına dayalı olarak test edilen çalışmalar arasındaki heterojenlik (sıfır hipotezi (H₀): birleştirilen tüm çalışmalar homojendir, ve alternatif hipotez (H_a): alt grup meta-analizinde birleştirilen çalışmalar arasında heterojenlik vardır);^c Orijinal makalede rapor edilen prevalans. Belirtilen kriter için yalnız bir çalışma bulunduğundan bu sonuç ile ilgili meta-analiz yapılamamıştır;^d Bu çalışmalar, ITC'nin 1985 sonundan 1991'e kadar köylerde yetiştirilen N'Dama sürülerine ilişkin geniş kapsamlı epidemiyoloji araştırmasından çıkmıştır (Agyemang et al., 1997).

Not: Meta-analiz makalesindeki Agyemang et al. (1991), bu tezin kaynaklar listesinde Agyemang et al. (1991b) olarak yer almaktadır.

4.2 Anket Çalışması (Nicel ve Nitel Bilgi Toplanması)

4.2.1 Çalışmaya katılanların özellikleri

Çalışmaya katılanlar 10 ilçedeki 43 köyden, bitkisel üretim yanı sıra hayvansal üretim yapan, yani tipik olarak agropastoralistler (%96.2) idi. Diğer %3.8'i ise sadece hayvan yetiştiricileriydi. Katılımcıların sosyo-demografik özellikleri Tablo 4.3'te görülmektedir.

Tablo 4.3. Katılımcıların sosyo-demografik özellikleri

Özellik	Kategori	Frekans (%)	Özellik	Kategori	Frekans (%)
Cinsiyet			Eğitim durumu		
	Erkek	154 (98.1)		Örgün eğitim görmeyen	49 (31.2)
	Kadın	3 (1.9)		Arapça okulu	82 (52.2)
Sürü sahipliği veya bağlantı durumu				Temel (1. ila 6. sınıflar)	8 (5.1)
	Sahip	104 (66.2)		Üst temel (7. ila 9. sınıflar)	2 (1.3)
	Çoban	21 (13.4)		Lise (10. ila 12. sınıflar)	10 (6.4)
	Hem sahip hem çoban	32 (20.4)		Kolej	4 (2.5)
				Üniversite	2 (1.3)
Yaş grupları (yıl)			Çiftçilik yapılan yıl		
	0 - 18	3 (1.9)		0 - 5	2 (1.3)
	19 - 65	113 (72.0)		6 - 10	7 (4.5)
	≥ 66	41 (26.1)		11 - 15	8 (5.1)
Çiftçilik türleri				16 - 20	26 (16.6)
	Bitkisel üretim ve hayvancılık	151 (96.2)		≥ 21	114 (72.6)
	Sadece hayvancılık	6 (3.8)			
Etnik gruplar			Sürüde bulunan sığır ırkları		
	Fula	104 (66.2)		Sadece N'Dama	147 (93.6)
	Mandinka	41 (26.1)		Melez ^a	10 (6.4)
	Wolof	9 (5.7)			
	Jola	2 (1.3)			
	Sarahule	1 (0.6)			

^a N'Dama (*Bos taurus*) ile Gobra gibi zebu (*Bos indicus*) ırklarını kapsayan melezleme uygulamasından elde edilen sığırlar.

Katılımcıların hemen tamamı erkekti (%98.1). Sığır sürüsüne sahip olma veya bağlantı durumuna göre katılımcılar; sahipler, çobanlar veya hem sahip hem çoban olanlar şeklinde üç kategoride tanımlanabilir. N'Dama, ankete katılanların büyük çoğunluğu (%93.6) tarafından yetiştirilen ana sığır ırkıydı. Ankete katılanların yarısından biraz fazlası (%52.2) daha önce Arapça okullarına gitmişti. Katılımcıların %31.2'si örgün eğitim görmemişken, %3.8'i kolej veya üniversite

eğitimi almıştı. Ankete katılanların %72'si 19 ila 65 yaşları arasında idi. Katılımcıların %72.6'sının 21 yıl veya daha fazla çiftçilik tecrübesi vardı. Diğer yandan, katılımcıların çoğu Fula (bazı ülkelerde Fulani veya Fulbe halkı olarak da bilinir) ve Mandinka etnik gruplarına mensuptu (sırasıyla %66.2'si ve %26.1'i).

4.2.2 İneklerin yetiştirilme amaçları

İnekler, katılımcılar tarafından çeşitli amaçlarla yetiştirilmektedir (Tablo 4.4). Belirtilen en önemli amaçlar arasında gelir kaynağı (%92.4), gübre (%86.6) ve çeki gücü (%71.3) bulunmaktadır. Diğer yandan, incelenen sekiz amaç, ankete katılanların sürüyle bağlantı durumu ile istatistiki olarak ilişkili değildi ($P > 0.05$). Ankete katılanların etnik kökenine göre inekleri yetiştirme amaçlarına ilişkin yüzdeler, sırasıyla 0.258 ve 0.276 korelasyon katsayısı (Cramer's V) ile damızlık ve çeki gücü amaçları için istatistiki olarak farklıydı ($P < 0.05$). Damızlık amacıyla inekleri yetiştirme bakımından diğerleri grubundaki (Wolof, Jola ve Sarahule etnik grupları) katılımcıların yüzdesi, Mandinka ve Fula'nınkilere kıyasla daha yüksekti. Fula grubuyla karşılaştırıldığında Mandinka'nın inekleri bir çeki gücü kaynağı olarak tuttuğu açıkça görölmektedir. Bu arada, ankete katılanlar, gerek sürüyle bağlantı durumu gerek etnik kökenine dayalı olarak, inekleri yetiştirmenin bir amacı olarak prestiji genellikle pek anlamamıştır.

4.2.3 AHT'nin varlığı, belirtileri ve vektörleri

Ankete katılanların büyük çoğunluğu (%81) AHT'nin köylerinde her zaman bulunduğunu belirtmiştir. Bu arada, bazı katılımcılar (%17.8) coğrafi konumlarında AHT'nin varlığındaki varyasyonu da belirtmiştir. Bu anket çalışmasına katılanlar, laktasyondaki enfekte ineklerde AHT'nin 18 çeşitli belirtisinden bahsetmiştir. şekil 4.4 bu belirtileri ve ne ölçüde bahsedildiklerini göstermektedir. Bunlar arasında, sağlıksız kıl örtüsü, göz ve burun akıntısı, iştah kaybı ve kilo kaybı, katılımcıların %50'den fazlası tarafından belirtilmiştir. Katılımcıların yaklaşık %92'si tarafından belirtildiği gibi, çeçe sineği, AHT'nin en çok bahsedilen vektörü idi. At sineği (%1.3) ve keneden de (%1.3) bahsedilmiştir. Bu arada, az sayıda katılımcı (%5.8) AHT'nin spesifik vektörünü bilmediğini belirtmiştir.

Tablo 4.4. Ankete katılanların sürüyle bağlantı durumu ve etnik gruplarına göre inekleri yetiştirme amaçları

Amaçlar	Sürüyle bağlantı durumu (%; n/N)			P-değeri ^b	Etnik gruplar (%; n/N)			P-değeri ^b	CV ^d	Amaçlar için genel toplam (%; n/N)
	Sahip (A)	Çoban (B)	(A + B) ^a		Fula	Mandinka	Diğerleri ^c			
Süt tüketimi	59.6 (62/104)	61.9 (13/21)	59.4 (19/32)	0.979	55.8 (58/104)	65.9 (27/41)	75.0 (9/12)	0.289	-	59.9 (94/157)
Süt satışları	65.4 (68/104)	71.4 (15/21)	53.1 (17/32)	0.330	68.3 (71/104)	48.8 (20/41)	75.0 (9/12)	0.062	-	63.7 (100/157)
Et tüketimi	29.8 (31/104)	38.1 (8/21)	31.3 (10/32)	0.756	30.8 (32/104)	24.4 (10/41)	58.3 (7/12)	0.082	-	31.2 (49/157)
Gübre	89.4 (93/104)	90.5 (19/21)	75.0 (24/32)	0.095	83.7 (87/104)	90.2 (37/41)	100 (12/12)	0.211	-	86.6 (136/157)
Damızlık	36.5 (38/104)	47.6 (10/21)	21.9 (7/32)	0.135	28.8 (30/104)	39.0 (16/41)	75.0 (9/12)	0.005*	0.258	35.0 (55/157)
Çeki gücü	76.0 (79/104)	52.4 (11/21)	68.8 (22/32)	0.087	62.5 (65/104)	90.2 (37/41)	83.3 (10/12)	0.002*	0.276	71.3 (112/157)
İtibar	9.6 (10/104)	4.8 (1/21)	21.9 (7/32)	0.096	12.5 (13/104)	12.2 (5/41)	0.0 (0/12)	0.431	-	11.5 (18/157)
Gelir kaynağı ^e	91.3 (95/104)	100 (21/21)	90.6 (29/32)	0.363	93.3 (97/104)	90.2 (37/41)	91.7 (11/12)	0.823	-	92.4 (145/157)

Açıklamalar

* P < 0.05

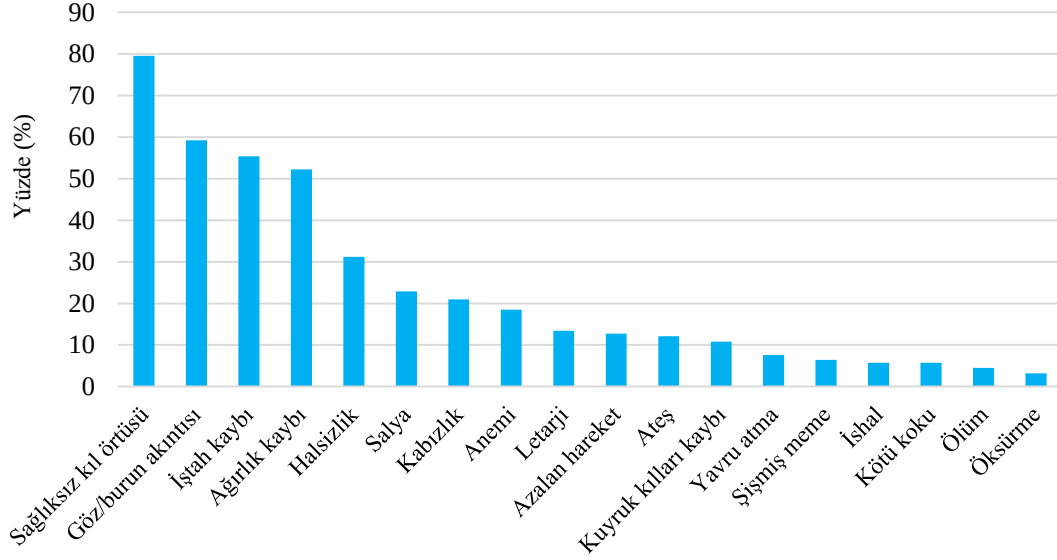
^a Hem sahip hem çoban.

^b Pearson ki-kare testinin asimptotik önemi (2-tarafli) (P-değeri).

^c Diğerleri = Bu gruptaki katılımcılar ve oranları: Wolof – %75, Jola – %16.7, Sarahule - %8.3 (n = 12; Tablo 4.3).

^d Cramer'in V katsayısı.

^e İneklerden sağlanan gelir, çoğunlukla süt, erkek ve dişi buzağılar, damızlık dişiler (düveler ve inekler) veya ayıklanan ineklerin satışından elde edilmektedir.



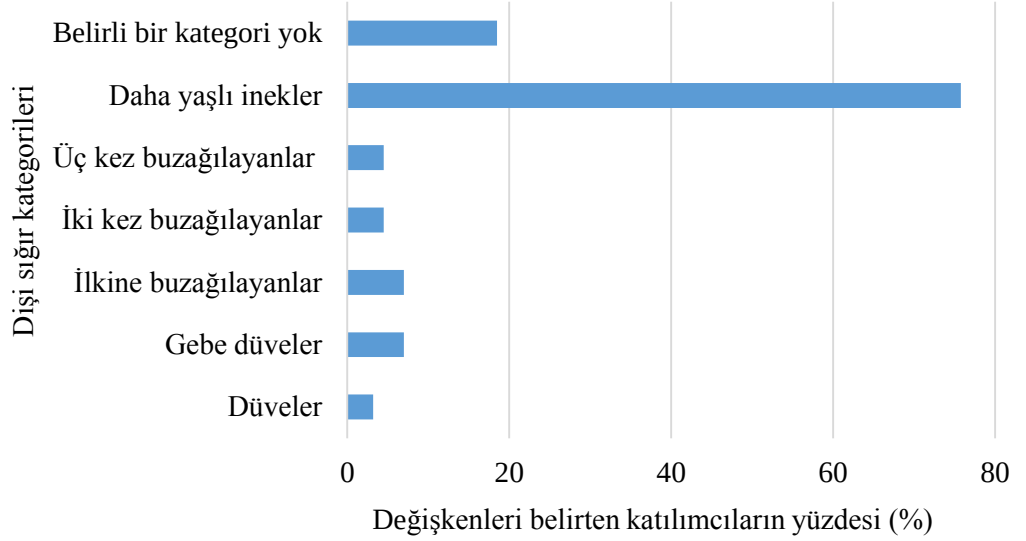
Şekil 4.4. Laktasyondaki enfekte ineklerde katılımcılar (n = 157) tarafından gözlenen AHT belirtileri.

Sürü sahiplerinin veya çobanların yaklaşık yarısı (%48.7), ineklerin AHT vektörleri tarafından ısırılmasını önlemek için herhangi bir tedbir almamıştır. Dumanlama (kuru odun ve ot gibi tarımsal biyokütle kullanarak duman yapmak) ve çalı yakma, katılımcıların sırasıyla %33.3 ve %14'ü tarafından belirtildiği gibi, AHT vektörlerini sürülerden uzaklaştırmak için en sık bahsedilen yöntemler idi. Belirtilen diğer önleyici yöntemler arasında, hayvanların üzerine çeçe sineklerini uzaklaştıran sıvı dökmek (%9.3), hayvanların yerini değiştirmek (%9.3), hayvanların dolaşmasını önlemek (%4), çeçe sinekleri için tuzak ağları kullanmak (%0.7) ve ilave besleme (%0.7) yer almaktadır. Bu arada, bazı katılımcılar sürüleri için genellikle birden fazla AHT vektör kontrolü yöntemi kullanmıştır.

4.2.4 Dişi sığırların AHT'ye duyarlılığı ve tedavi

AHT'ye en duyarlı dişi sığırlar ile ilgili olarak, ankete katılanların yarısından hayli fazlası (%75.8) üçten fazla buzağılayan yaşlı inekleri belirtmiştir (Şekil 4.5). Düveler, gebe düveler, ilkine buzağılayanlar, iki kez buzağılayanlar ve üç kez buzağılayanlar, sırasıyla %3.2, %7, %7, %4.5 ve %4.5'lik cevapların gösterdiği gibi AHT'ye daha az duyarlı olarak kabul edilmektedir. Ancak, katılımcıların

%19.1'i AHT'nin belirli bir inek kategorisiyle sınırlı olduğuna inanmamaktadır veya böyle bir gözleme sahip değildir.



Açıklama: Buzağılayanlar, boş veya gebe olabilir. Bazı katılımcılar birden fazla dişi sığır kategorisi belirtmiştir.

Şekil 4.5. Dişi sığır kategorileri ve tripanosomozis enfeksiyonuna en duyarlı olduğunu belirten katılımcıların oranı.

Çiftçilerin bir yıl içinde ineklerini AHT için tedavi ettikleri sabit bir sayı olmadığı (katılımcıların %85.2'sine göre) görülmektedir. İnek başına yılda bir kez, iki kez, üç kez ve üçten fazla tedavi bildiren katılımcıların oranı sırasıyla %3.2, %6.5, %3.2 ve %1.9'dur. Bu ankete katılanların neredeyse tamamı (%92.9), AHT'den şüphelenildiğinde laktasyondaki ineklerini tedavi etmek için temasa geçilen kişiler olarak hayvancılık yardımcı personelinden (sağlık ve yayım personeli) bahsetmiştir. AHT ile enfekte inekleri tedavi eden ancak nispeten daha az oranda olan diğer kişiler arasında veteriner teknisyenleri (%6.5), aile üyeleri (%3.2) ve veteriner hekimler (%2.6) yer almıştır. Bazı katılımcılar (%3.9), hayvanlarını kendi başlarına tedavi edebileceklerini belirtmiştir. Çalışma sahalarında, AHT ile enfekte laktasyondaki ineklerin tedavisi konusunda katılımcıların neredeyse tamamı (%98.1) tripanosidal ilaçları belirtmiş ve yaklaşık %5.7'si bitki ekstraktlarının kullanımından bahsetmiştir. Ancak, katılımcıların hiçbiri sığırların doğal olarak iyileşmesinden bahsetmemiştir.

4.2.5 AHT, ineklerin sağımı ve AHT'nin inek sütü üzerinde algılanan etkileri

Ankete katılanların neredeyse tamamı (%97.4), laktasyondaki ineklerin tripanosomozis hastalığından etkilenebileceğini belirtmiştir. Bu arada, katılımcıların %64'ü, ineklerinin AHT ile enfekte olduğundan şüphelenildiğinde onları sağlamadıklarını belirtmiştir. Çoklu cevapların sunulduğu Tablo 4.5'te de görülebileceği gibi, ankete katılan çiftçilerin belirttiği üzere tripanosomozisin süt üzerindeki en görülen etkisi sütün azalmasıdır (%91.7). Hastalığın süt üzerinde bahsedilen diğer etkileri arasında sulanma (%26.1), renk değişikliği (%22.3) ve kontaminasyon (%11.5) yer alırken, katılımcıların %1.9'u herhangi bir etkiden haberdar değildi.

Laktasyonun geç üç aylık dönemi (6 aydan sonra), ankete katılanların %51.5'inin belirttiği gibi, ineklerde AHT enfeksiyonunun daha yaygın görüldüğü dönem idi. Erken üç aylık (0 ila 3 ay) ve orta üç aylık (4 ila 6 ay) dönemler de katılımcıların sırasıyla %18'i ve %13.3'ü tarafından belirtilmiştir. Bununla birlikte, bazı katılımcılar (%20), laktasyondaki ineklerde daha yüksek AHT enfeksiyon oranı bakımından belirli bir dönem olmadığına inanırken, %12'si konu hakkında bilgisi olmadığını belirtmiştir. Sütün azalması ile daha önce belirtilen laktasyon dönemlerinden herhangi birisi arasında istatistiki bir ilişki bulunmamıştır. Bununla birlikte, süt kontaminasyonu erken laktasyon dönemi ile orta derecede ilişkili idi ($P < 0.05$; phi katsayısı = 0.207). Süt rengi değişikliği ise orta laktasyon dönemi ile zayıf ama negatif olarak ilişkili idi ($P < 0.05$; phi katsayısı = - 0.159).

Tablo 4.5. En yüksek AHT enfeksiyon oranlarının beyan edildiği laktasyon dönemlerine göre AHT'nin inek sütü üzerindeki algılanan etkileri

Algılanan etkiler	Laktasyon dönemleri								Algılanan etkilerin genel toplamı (%) ¹
	Erken		Orta		Geç		Belirli değil		
	Evet	Hayır	Evet	Hayır	Evet	Hayır	Evet	Hayır	
Sütün azalması									
Frekans (%)	88.9	92.3	90.0	92.0	93.5	90.0	89.6	92.7	91.7
(n/N) ²	(24/27)	(120/130)	(18/20)	(126/137)	(72/77)	(72/80)	(43/48)	(101/109)	(144/157)
P-değeri ³		0.557		0.765		0.425		0.519	
Phi katsayısı		-		-		-		-	
Süt kontaminasyonu									
Frekans (%)	25.9	8.5	5.0	12.4	9.1	13.8	12.5	11.0	11.5
(n/N)	(7/27)	(11/130)	(1/20)	(17/137)	(7/77)	(11/80)	(6/48)	(12/109)	(18/157)
P-değeri		0.010*		0.331		0.360		0.787	
Phi katsayısı		0.207		-		-		-	
Süt rengi değişikliği									
Frekans (%)	18.5	23.1	5.0	24.8	16.9	27.5	31.3	18.3	22.3
(n/N)	(5/27)	(30/130)	(1/20)	(34/137)	(13/77)	(22/80)	(15/48)	(20/109)	(35/157)
P-değeri		0.605		0.047*		0.110		0.074	
Phi katsayısı		-		-0.159		-		-	
Sulanma									
Frekans (%)	25.9	26.2	15.0	27.7	22.1	30.0	29.2	24.8	26.1
(n/N)	(7/27)	(34/130)	(3/20)	(38/137)	(17/77)	(24/80)	(14/48)	(27/109)	(41/157)
P-değeri		0.980		0.226		0.259		0.563	
Phi katsayısı		-		-		-		-	

¹ Bazı katılımcılar birden fazla cevap belirtmiştir.

² n/N = AHT'nin süt üzerindeki algılanan etkisini teyit eden katılımcıların, incelenen laktasyon dönemi alt kategorisindeki toplam katılımcı sayısına oranı. Mesela, ikinci sütündeki “24/27”, en yüksek AHT enfeksiyon oranının erken laktasyon döneminde meydana geldiğini söyleyen 27 katılımcıdan 24'ünün, AHT nedeniyle sütte azalma olduğunu algıladığını göstermekte, üçüncü sütündeki “120/130” ise, en yüksek AHT enfeksiyon oranının erken laktasyon dönemi dışındaki herhangi bir dönemde meydana geldiğini söyleyen 130 katılımcıdan 120'sinin, AHT nedeniyle sütte azalma olduğunu algıladığını göstermektedir.

³ Pearson ki-kare testinin asimptotik önemi (2-terafli) (P-değeri).

* $P < 0.05$. Phi katsayısı yalnızca P-değeri 0.05'ten küçükse verilmiştir ve negatif değerler, ilgili değişkenler arasında ters bir ilişki olduğunu ifade etmektedir.

Tablo 4.6. En yüksek AHT enfeksiyon oranlarının beyan edildiği mevsimlere göre AHT'nin inek sütü üzerindeki algılanan etkileri

Algılanan etkiler	Mevsimler								Algılanan etkilerin genel toplamı (%) ¹
	Yağmurlu		Erken Kurak		Geç Kurak		Belirli değil		
	Evet	Hayır	Evet	Hayır	Evet	Hayır	Evet	Hayır	
Sütün azalması									
Frekans (%)	81.8	93.3	94.0	90.7	96.8	84.4	83.3	93.7	91.7
(n/N) ²	(18/22)	(126/135)	(47/50)	(97/107)	(90/93)	(54/64)	(25/30)	(119/127)	(144/157)
P-değeri ³	0.069		0.478		0.006*		0.064		
Phi katsayısı	-		-		0.221		-		
Süt kontaminasyonu									
Frekans (%)	18.2	10.4	22.0	6.5	14.0	7.8	3.3	13.4	11.5
(n/N)	(4/22)	(14/135)	(11/50)	(7/107)	(13/93)	(5/64)	(1/30)	(17/127)	(18/157)
P-değeri	0.286		0.005*		0.233		0.120		
Phi katsayısı	-		0.226		-		-		
Süt rengi değişikliği									
Frekans (%)	31.8	20.7	30.0	18.7	19.4	26.6	23.3	22.0	22.3
(n/N)	(7/22)	(28/135)	(15/50)	(20/107)	(18/93)	(17/64)	(7/30)	(28/127)	(35/157)
P-değeri	0.247		0.113		0.286		0.879		
Phi katsayısı	-		-		-		-		
Sulanma									
Frekans (%)	50.0	22.2	10.0	33.6	15.1	42.2	50.0	20.5	26.1
(n/N)	(11/22)	(30/135)	(5/50)	(36/107)	(14/93)	(27/64)	(15/30)	(26/127)	(41/157)
P-değeri	0.006*		0.002*		0.000*		0.001*		
Phi katsayısı	0.220		-0.251		-0.304		0.264		

¹ Bazı katılımcılar birden fazla cevap belirtmiştir.

² n/N = AHT'nin süt üzerindeki algılanan etkisini teyit eden katılımcıların, incelenen mevsim alt kategorisindeki toplam katılımcı sayısına oranı. Mesela, ikinci sütundaki “18/22”, en yüksek AHT enfeksiyon oranının yağmurlu mevsimde meydana geldiğini söyleyen 22 katılımcıdan 18'inin, AHT nedeniyle sütte azalma olduğunu algıladığını göstermekte, üçüncü sütundaki “126/135” ise, en yüksek AHT enfeksiyon oranının yağmurlu mevsim dışındaki mevsimlerde meydana geldiğini söyleyen 135 katılımcıdan 126'sının, AHT nedeniyle sütte azalma olduğunu algıladığını göstermektedir.

³ Pearson ki-kare testinin asimptotik önemi (2-taraflı) (P-değeri).

* $P < 0.05$. Phi katsayısı yalnızca P-değeri 0.05'ten küçükse verilmiştir ve negatif değerler, ilgili değişkenler arasında ters bir ilişki olduğunu ifade etmektedir.

Yılın dönemleri ile ilgili olarak, geç kurak mevsim (Mart-Haziran), katılımcıların çoğunun (%59.6) AHT enfeksiyonunun ineklerde genellikle en yüksek olduğuna inandığı dönemdir. Ankete katılanların %32.1'i erken kurak mevsimi (Kasım-Şubat) ve %14.1'i yağmurlu mevsimi (Temmuz-Ekim) belirtmiştir. Katılımcıların %19.2'si belirli bir mevsim bildirmemiştir. Katılımcıların, AHT'nin süt üzerindeki etkileri ve AHT enfeksiyon oranlarının en yüksek olduğu mevsimler üzerine görüşleri ile ilgili olarak istatistiki anlamda önemli ilişkiler belirlenmiştir (Tablo 4.6). Mesela, sütün azalması ile geç kurak mevsim arasında ($P < 0.05$; phi katsayısı = 0.221) ve ayrıca süt kontaminasyonu ile erken kurak mevsim arasında ($P < 0.05$; phi katsayısı = 0.226) önemli pozitif fakat orta düzeyde ilişki bulunmuştur. Süt rengi değişikliği mevsimlerin hiçbirisi ile istatistiki olarak ilişkili değildi ($P > 0.05$). Sütte sulanma, yağmurlu mevsim ile pozitif olarak ve orta düzeyde ilişkili idi ($P < 0.05$; phi katsayısı = 0.220). Diğer yandan, sulanma, erken kurak mevsim ($P < 0.05$; phi katsayısı = - 0.251) ve geç kurak mevsim ($P < 0.05$; phi katsayısı = - 0.304) ile orta düzeyde negatif ilişkiye sahipti.

4.3 Kan Örneklerine İlişkin Sonuçlar

4.3.1 Örnek alınan hayvanlar hakkında genel bilgiler

4.3.1.1 Genotip ve örnekleme mevsimine göre örnek alınan hayvanlar

Kan örneği alma işlemi sırasında karşılaşılan üç sığır genotipinin dağılımı Tablo 4.7'de gösterilmiştir. N'Dama ırkı %95.3'lük genel oranla en yüksek sayıyı oluştururken, bunu %4.1'lik oranla $G \times N$ (Gobra (zebu) ve N'Dama melezi) izlemiştir. Gobra ırkına da (%0.5) biraz rastlanmış ve örnek alınmıştır. Yağmurlu mevsime kıyasla, kurak mevsimde örneklenen hayvan sayısı 31 baş daha fazlaydı (toplam hayvan sayısının sırasıyla %48.3 ve %51.7'si). Yağmurlu mevsimdeki örnekleme esnasında Gobra ırkına rastlanmamıştır.

Tablo 4.7. Genotip ve mevsime göre örnek alınan hayvanlar

Genotip	Örnekleme mevsimi					
	Yağmurlu		Erken kurak		Toplam	
	n	%	n	%	n	%
Gobra (G)	-	-	5	1.1	5	0.5
N'Dama (N)	413	92.8	465	97.7	878	95.3
G × N	32	7.2	6	1.3	38	4.1
Toplam	445	100.0	476	100.0	921	100.0

4.3.1.2 Cinsiyet ve yaş grubuna göre örnek alınan hayvanlar

Tablo 4.8'de gösterildiği gibi, erkek sığırlara (%25.7) kıyasla çok daha fazla dişiden (%74.3) örnek alınmıştır. Yaş dikkate alındığında, diğer yaş kategorilerinin herhangi birinden çok daha fazla yaşlı yetişkin hayvan (%62.6) vardı ve yaşlı yetişkinlerin çoğu dişi idi (%85.6). Buzağı-dana, bir yaşını doldurmuş ve genç yetişkinlerin örnek alınan toplam hayvan sayısına oranı ise sırasıyla %6.7, %15.5 ve %15.1 idi.

Tablo 4.8. Cinsiyet ve yaş gruplarına göre örnek alınan hayvanlar

Cinsiyet	Yaş grupları								Toplam	
	Buzağı- dana ^a		Bir yaşını doldurmuş ^b		Genç yetişkin ^c		Yaşlı yetişkin ^d			
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Erkek	35	56.5	62	43.4	57	41.0	83	14.4	237	25.7
Dişi	27	43.5	81	56.6	82	59.0	494	85.6	684	74.3
Toplam	62	100.0	143	100.0	139	100.0	577	100.0	921	100.0

^a 0 ila 1 yıl; ^b 1 ila 2 yıl; ^c 2 ila 3 yıl; ^d ≥ 3 yıl

4.3.1.3 Cinsiyet ve kıl örtüsü rengine göre örnek alınan hayvanlar

Tablo 4.9'da verildiği gibi, bu araştırmada örnek alınan hayvanlarda kıl örtüsü rengi bakımından sekiz kategori gözlenmiştir. Kan örnekleme sırasında, genel olarak, koyu kahverengi (%41.5) ve açık kahverengi kıl örtüsü rengine (%30.3) sahip hayvanların daha fazla olduğu görülmüştür. Alaca kıl örtüsü rengine sahip hayvanlara da rastlanmış olup, bunların içinde kahverengi ve gri kıl örtüsü rengine sahip olanlar (%12.5) en sık görülenlerdir.

Tek renk kıl örtüsüne sahip hayvanlar (%78.3) alaca hayvanlardan (%21.7) çok daha fazla idi. En yaygın iki kıl örtüsü rengi ve cinsiyet dikkate alındığında, koyu kahverengi, dişilerde (%43.6) erkek hayvanlardan (35.4) daha fazla gözlenirken, açık kahverengi kıl örtüsüne sahip hayvanların oranı her iki cinsiyette de neredeyse aynı bulunmuştur (erkeklerde %30.4 ve dişilerde %30.3).

Tablo 4.9. Cinsiyet ve kıl örtüsü rengine göre örnek alınan hayvanlar

Cinsiyet	Tek renk kıl örtüsü				Alaca kıl örtüsü				Toplam
	Siyah	Koyu kahverengi	Açık kahverengi	Gri	Siyah ve gri	Kahverengi ve gri	Kahverengi ve siyah	Siyah, kahverengi ve gri	
Erkek	18	84	72	2	20	32	8	1	237
Dişi	37	298	207	3	31	83	18	7	684
Toplam	55	382	279	5	51	115	26	8	921

4.3.2 Mikroskopi ile AHT pozitif hayvanlar hakkında spesifik bilgiler

4.3.2.1 Yağmurlu mevsimde pozitif hayvanlar

Tablo 4.10, yağmurlu mevsim kan örnekleme sonucunda pozitif bulunan tüm hayvanların bilgilerini göstermektedir. Bu hayvanlar iki bölgede yer alan üç ilçenin köylerinde bulunuyordu. İlgili üç köy Nyanga Banta, Dobo ve Tuba Demba Sama idi. Bu hayvanlarla ilgili olarak ırk, cinsiyet, yaş, vücut kondisyonu, parazitemi vb. gibi diğer ayrıntılar Tablo 4.10'da ayrıca gösterilmiştir.

4.3.2.2 Erken kurak mevsimde pozitif hayvanlar

Erken kurak mevsimde kan örnekleme sonucunda pozitif bulunan tüm hayvanların bilgileri genel bir bakış açısıyla Tablo 4.11'de verilmiştir. Bu pozitif hayvanlar iki bölgedeki dört ilçenin köylerinde bulunuyordu. Erken kurak mevsimde pozitif bulunan hayvanlar ile ilgili dört köy, Ndikiri Kunda, Touba, Kolior ve Tankular idi. Bu hayvanlar hakkında daha fazla bilgi Tablo 4.11'de gösterilmiştir.

4.3.2.3 Parazitemi puanı (yağmurlu ve erken kurak mevsimler)

Parazitemi puanı, *T. congolense* için hem yağmurlu hem erken kurak mevsimde maksimum 2+ bulunmuştur. *T. vivax* için, hem yağmurlu hem erken kurak mevsimde maksimum parazitemi puanı 4+ idi. Minimum 1+ puan *T. congolense* için her iki mevsimde, ancak *T. vivax* için sadece yağmurlu mevsimde kaydedildi. Genel olarak, *T. congolense* için *T. vivax*'a göre düşük parazitemi gözlenmiştir. *T. congolense* ve *T. vivax* için ortalama parazitemi puanı sırasıyla 1.4 ve 2.6 bulunmuştur. Bu çalışmada *T. brucei* belirlenmemiştir. Ayrıca, incelenen *Trypanosoma* türleriyle ilgili olarak karışık enfeksiyon bulunmamıştır.

Tablo 4.10. Yağmurlu mevsimde alınan 445 kan örneğinden 12 pozitif örneğe ilişkin bilgiler[#]

Bölge	İlçe	Köy	Besleme şekli	Cinsiyet	Yaş grubu	Vücut kondisyonu	Kıl örtüsü rengi	Fizyolojik durum	Doğum sayısı	PHH	Parazitemi ^a
ONK	Nianija	Nyanga Banta	KYT	1	BD	Y	KKh	UD	UD	21	<i>T. congolense</i> (1+)
ONK	Nianija	Nyanga Banta	KYT	2	BY	Y	SyGr	UD	UD	26	<i>T. vivax</i> (1+)
ONK	Nianija	Nyanga Banta	KYT	1	BY	Z	KKh	UD	UD	23	<i>T. vivax</i> (4+)
ONK	Nianija	Nyanga Banta	KYT	2	YY3	O	AKh	KG	UD	20	<i>T. vivax</i> (4+)
ONK	Nianija	Nyanga Banta	KYT	1	BY	O	KKh	UD	UD	20	<i>T. vivax</i> (2+)
ONK	Nianija	Nyanga Banta	KYT	2	GY	Z	KKh	UD	UD	21	<i>T. vivax</i> (4+)
ONK	Sami	Dobo	TY	2	YY8	Z	AKh	LB	4	27	<i>T. congolense</i> (2+)
ONK	Sami	Dobo	TY	1	GY	O	SyGr	UD	UD	22	<i>T. vivax</i> (2+)
ONK	Sami	Dobo	TY	2	YY11	O	AKh	KG	6	26	<i>T. congolense</i> (2+)
ONG	Niamina East	Tuba Demba Sama	TY	2	YY5	O	KhGr	LB	2	26	<i>T. vivax</i> (2+)
ONG	Niamina East	Tuba Demba Sama	TY	2	YY6	Z	KKh	KB	2	16	<i>T. vivax</i> (2+)
ONG	Niamina East	Tuba Demba Sama	TY	1	YY3	Z	KKh	UD	UD	22	<i>T. vivax</i> (2+)

[#] Yağmurlu mevsimde tüm pozitif hayvanlar N'Dama ırkından idi.

^a Parazitemi: Karanlık zemin/faz kontrast buffy coat parazitemi puanlama sistemi (Paris et al., 1982).

Bölge: ONK = Orta Nehir Kuzey, ONG = Orta Nehir Güney

Besleme şekli: KYT = Kısmi yem takviyesi, TY = Takviye yok

Cinsiyet: 1 = Erkek, 2 = Dişi

Yaş grubu: BD = Buzağı-dana (0-1 yaş), BY = Bir yaşını doldurmuş (1-2 yaş), GY = Genç yetişkin (2-3 yaş), YY = Yaşlı yetişkin (YY3 = 3 yaşında yetişkin sığır, vb.)

Vücut kondisyonu: Y = Yağlı, O = Orta, Z = Zayıf.

Kıl örtüsü rengi: AKh = Açık kahverengi, KKh = Koyu kahverengi, SyGr = Siyah ve gri, KhGr = Kahverengi ve gri.

Fizyolojik durum: UD = Uygulanabilir değil, LB = Laktasyonda, gebe değil, KG = Kuruda, gebe, KB = Kuruda, gebe değil

Doğum sayısı: UD = Uygulanabilir değil

PHH = Paketlenmiş Hücre Hacmi.

Tablo 4.11. Erken kurak mevsimde alınan 476 kan örneğinden 11 pozitif örneğe ilişkin bilgiler

Bölge	İlçe	Köy	Besleme şekli	Genotip	Cinsiyet	Yaş grubu	Vücut kondisyonu	Kıl örtüsü rengi	Fizyolojik durum	Doğum sayısı	PHH	Parazitemi ^a
ONG	Upper Fulladu West	Ndikiri Kunda	KYT	G × N	1	YY6	O	AKh	UD	UD	24	<i>T. congolense</i> (1+)
ONN	Upper Fulladu West	Ndikiri Kunda	KYT	N'Dama	1	BY	O	AKh	UD	UD	22	<i>T. congolense</i> (1+)
ONG	Upper Fulladu West	Ndikiri Kunda	KYT	N'Dama	1	YY6	O	KhGr	UD	UD	24	<i>T. vivax</i> (4+)
ONG	Niamina East	Touba	KYT	N'Dama	2	YY7	O	KKh	LB	2	25	<i>T. congolense</i> (1+)
ONG	Niamina East	Touba	TY	N'Dama	1	BY	Y	Sy	UD	UD	31	<i>T. congolense</i> (2+)
AN	Kiang East	Kolior	KYT	N'Dama	2	YY11	Y	KhGr	KB	UD	24	<i>T. vivax</i> (2+)
AN	Kiang East	Kolior	KYT	N'Dama	1	YY3	Y	KhGr	UD	UD	29	<i>T. congolense</i> (1+)
AN	Kiang West	Tankular	TY	N'Dama	2	BY	Y	KhGr	UD	UD	18	<i>T. congolense</i> (1+)
AN	Kiang West	Tankular	TY	N'Dama	2	GY	Y	KhGr	UD	UD	23	<i>T. congolense</i> (2+)
AN	Kiang West	Tankular	TY	N'Dama	2	YY11	Z	AKh	LB	4	16	<i>T. congolense</i> (1+)
AN	Kiang West	Tankular	TY	N'Dama	1	GY	O	KhGr	UD	UD	18	<i>T. congolense</i> (2+)

^a Parazitemi: Karanlık zemin/faz kontrast buffy coat parazitemi puanlama sistemi (Paris et al., 1982).

Bölge: ONG = Orta Nehir Güney, AN = Aşağı Nehir

Besleme şekli: KYT = Kısmi yem takviyesi, TY = Takviye yok

Cinsiyet: 1 = Erkek, 2 = Dişi

Yaş grubu: BY = Bir yaşını doldurmuş (1-2 yaş), GY = Genç yetişkin (2-3 yaş), YY= Yaşlı yetişkin (YY3 = 3 yaşında yetişkin sığır, vb.).

Vücut kondisyonu: Y = Yağlı, O = Orta, Z = Zayıf.

Kıl örtüsü rengi: AKh = Açık kahverengi, KKh = Koyu kahverengi, KhGr = Kahverengi ve gri, Sy = Siyah

Fizyolojik durum: UD = Uygulanabilir değil, LB = Laktasyonda, gebe değil, KB = Kuruda, gebe değil

Doğum sayısı: UD = Uygulanabilir değil

PHH = Paketlenmiş Hücre Hacmi.

4.3.3 Muhtemel risk faktörlerine göre prevalans

4.3.3.1 Örnek alınan bölge

Kan örneklerinin alındığı, sığır yetiştirme bölgeleri olarak bilinen beş bölgenin üçünde (bölgelerin %60'ı) pozitif hayvanlar bulunmuştur (Tablo 4.12). Genel olarak, Orta Nehir Bölgelerinde (hem kuzey hem güney), incelenen diğer tüm bölgelere göre daha fazla pozitif hayvan vardı. En yüksek prevalans (%4.3; GA: 1.6 – 7.0) Orta Nehir Bölgesi–Kuzey'de bulunmuş, bunu Orta Nehir Bölgesi–Güney yakından izlemiş (%3.9; GA: 1.2 – 6.5) ve sonra Aşağı Nehir Bölgesi gelmiştir (%3.1; GA: 0.6 – 5.5).

Tablo 4.12. Örnek alınan bölgeye göre prevalans

Bölge	<i>T. brucei</i>	<i>T. congolense</i>	<i>T. vivax</i>	Enfekte olan toplam	Örnek alınan toplam	Prevalans (%95 GA) (%)
Orta Nehir - Kuzey	-	3	6	9	210	4.3 (1.6 – 7.0)
Orta Nehir - Güney	-	4	4	8	207	3.9 (1.2 – 6.5)
Aşağı Nehir	-	5	1	6	196	3.1 (0.6 – 5.5)
Batı Sahili	-	-	-	-	205	-
Yukarı Nehir	-	-	-	-	103	-

GA = Güven aralığı

4.3.3.2 Örnek alınan ilçe

Bu araştırma dokuz ilçeyi kapsamaktadır, ancak bunların sadece altısında enfekte olan hayvanlar bulunmuş olup ilçe düzeyinde %66.7'lik (6/9) bir yüzdeye tekabül etmektedir (Tablo 4.13). Prevalans oranı %3'ün üzerinde olan ilçeler, Orta Nehir Bölgesi-Kuzey'deki Niani (%5.8; GA: 1.3 – 10.3), Orta Nehir Bölgesi-Güney'deki Niamina East (%4.9; GA: 0.7 – 9.0) ve Aşağı Nehir Bölgesi'ndeki Kiang West (%3.8; GA: 0.2 – 7.5) idi. Niani ve Kiang West ilçelerinde sırasıyla *T. vivax* ve *T. congolense* prevalansı daha yüksektir. Genel olarak, *T. vivax*, yüksek ve orta çече sıkıntısı bulunan ilçelerde (Niani ve Niamina East) belirgin olarak daha yaygınken, *T. congolense*, çече sıkıntısının düşük olduğu ilçede (Kiang West) daha yaygındı.

Tablo 4.13. Örnek alınan ilçeye göre prevalans

İlçe	Bölge	<i>T. brucei</i>	<i>T. cong.</i>	<i>T. vivax</i>	Enfekte olan toplam	Örnek alınan toplam	Prevalans (%95 GA) (%)
Nianiya	Orta Nehir Kuzey	-	1	5	6	104	5.8 (1.3 – 10.3)
Sami		-	2	1	3	106	2.8 (0.0 – 6.0)
Niamina East	Orta Nehir Güney	-	2	3	5	103	4.9 (0.7 – 9.0)
Upper Fulladu West		-	2	1	3	104	2.9 (0.0 – 6.1)
Kiang East	Aşağı Nehir	-	1	1	2	91	2.2 (0.0 – 5.2)
Kiang West		-	4	-	4	105	3.8 (0.2 – 7.5)
Kombo South	Batı Sahili	-	-	-	-	102	-
Kombo Central		-	-	-	-	103	-
Sandu	Yukarı Nehir	-	-	-	-	103	-

GA = Güven aralığı

4.3.3.3 Örnek alınan köy ve mevsim

Tripanosomları teşhis etmek için kan örnekleri alınan 21 köyün 7'sinde pozitif hayvanlar belirlenmiştir (Tablo 4.14). Yağmurlu mevsimde örnek alınan 12 köyden üçünde ve erken kurak mevsimde örnek alınan dokuz köyden dördünde pozitif hayvanlar bulunmuştur. Bu sonuç, yağmurlu ve erken kurak mevsimde köylerin sırasıyla %25'inde (3/12) ve %44.4'ünde (4/9) tripanosomozis olduğunu göstermektedir. Genel olarak bakıldığında, kan örnekleri alınan toplam 21 köyün %33.3'ünde (7/21) pozitif hayvanlar bulunmuştur. Yüksek *T. vivax* sayısı ile yağmurlu mevsimde Nyanga Banta köyü ve yüksek *T. congolense* sayısı ile erken kurak mevsimde Tankular köyü, kan örneklerinin alındığı diğer köylere göre daha fazla sayıda pozitif hayvana sahipti. Diğer yandan, hiçbir köyde *T. brucei* bulunmamıştır.

Tablo 4.14. Örnek alınan köye ve mevsime göre prevalans

Köy	İlçe	Mevsim	<i>T. brucei</i>	<i>T. cong.</i>	<i>T. vivax</i>	Enfekte olan toplam	Örnek alınan toplam	Prevalans (%95 GA) (%)
Dobo	Sami	Yağmurlu	-	2	1	3	54	5.6 (0.0 – 11.7)
Jallubeh		Kurak	-	-	-	-	52	-
Madina Kaiaf	Kiang East	Yağmurlu	-	-	-	-	38	-
Kolior		Kurak	-	1	1	2	53	3.8 (0.0 – 8.9)
Nyanga Banta	Nianija	Yağmurlu	-	1	5	6	52	11.5 (2.9 – 20.2)
Konteh		Kurak	-	-	-	-	52	-
Keneba	Kiang West	Yağmurlu	-	-	-	-	50	-
Tankular		Kurak	-	4	-	4	55	7.3 (0.4 – 14.1)
Tuba Demba Sama	Niamina East	Yağmurlu	-	-	3	3	38	7.9 (0.0 – 16.5)
Kununku		Yağmurlu	-	-	-	-	11	-
Touba		Kurak	-	2	-	2	54	3.7 (0.0 – 8.7)
Kassa Kunda	Kombo Central	Yağmurlu	-	-	-	-	50	-
Kitty		Kurak	-	-	-	-	53	-
Njoreng	U. Fulladu West	Yağmurlu	-	-	-	-	25	-
Misera		Yağmurlu	-	-	-	-	26	-
Ndikiri Kunda		Kurak	-	2	1	3	53	5.7 (0.0 – 11.9)
Sanyang	Kombo South	Yağmurlu	-	-	-	-	25	-
Bunkiling		Yağmurlu	-	-	-	-	25	-
Kachumeh		Kurak	-	-	-	-	52	-
Sare Fodike	Sandu	Yağmurlu	-	-	-	-	51	-
Diabugu		Kurak	-	-	-	-	52	-

GA = Güven aralığı

4.3.3.4 Besleme şekli ve mevsim

Bir çiftçinin hayvanlarına ilave yem veya takviye verip vermediğine dayalı olarak, bu çalışmada Tablo 4.15'te belirtilen üç besleme şekli kategorisi belirlenmiştir. Yem takviyesi yapan çiftçiler, hayvanlarına genellikle yer fıstığı kuru otu veya pirinç samanı gibi tarımsal yan ürünler veya her ikisini de verirler, ancak bu çalışma sırasında bunun uygulanma oranı çok düşük bulunmuştur (örnek alınan sürülerin %5.6'sı). Kısmi yem takviyesi (sürülerin %25'i) uygulayan çiftçiler, hayvanlarına ara sıra tuz, bazen de zayıf veya hasta hayvanlara fazladan yem verirken, herhangi bir ilave yem veya mineral takviyesi vermeyen çiftçiler ise “takviye yok” (sürülerin %69.4'ü) başlığı altında gruplandırılmıştır. Pozitif hayvanlar “takviye yok” ve “kısmi yem takviyesi” besleme şekli gruplarında bulunmuş, yem takviyesi yapılan sürülerde ise hiçbir pozitif hayvan bulunmamıştır. Besleme şekillerine dayalı olarak, “kısmi yem takviyesi” alt kategorisinde yağmurlu mevsimde %11.5 ile en yüksek prevalans gözlenmiştir.

İlave yem verilen az sayıda hayvana (53) yalnızca kurak mevsimde ve yalnızca bir köyde (Batı Sahili Bölgesindeki Kitty köyü) rastlanmıştır. Örnek alınan sürülerin hiçbirinde, yağmurlu mevsimde hayvanlara “yem takviyesi” yapıldığı belirlenmemiştir.

Tablo 4.15. Besleme şekli ve örnek alınan mevsime göre prevalans

Besleme şekli	Mevsim	Sürü sayısı	<i>T. brucei</i>	<i>T. cong.</i>	<i>T. vivax</i>	Enfekte olan toplam	Örnek alınan toplam	Prevalans (%95 GA) (%)
Yem takviyesi	Yağmurlu	-	-	-	-	-	-	-
	Kurak	2	-	-	-	-	53	-
Kısmi yem takviyesi	Yağmurlu	2	-	1	5	6	52	11.5 (2.9 – 20.2)
	Kurak	7	-	4	2	6	184	3.3 (0.7 – 5.8)
Takviye yok	Yağmurlu	16	-	2	4	6	393	1.5 (0.3 – 2.7)
	Kurak	9	-	5	-	5	239	2.1 (0.3 – 3.9)

GA = Güven aralığı

4.3.3.5 Vücut kondisyonu ve mevsim

Örnek alınan hayvanların vücut kondisyonu bakımından üç kategorisinde de enfeksiyon gözlenmiştir. Tablo 4.16'da görüldüğü gibi, prevalans oranı, temel olarak *T. vivax*'a bağlı olmak üzere, zayıf hayvanlarda yağmurlu mevsimde en yüksekti (%6.3; GA: 1.0 – 11.6). En düşük AHT prevalans oranı ise (%1.4; GA: 0.0 – 3.3), yağlı hayvanlarda yine yağmurlu mevsimde gözlenmiştir. *T. congolense*, yağlı hayvanlarda erken kurak mevsimde daha çok görülmüştür. Orta vücut kondisyonuna sahip hayvanlarda, erken kurak mevsimde *T. congolense*, yağmurlu mevsimde ise *T. vivax* daha çok gözlenmiştir. Genel olarak, örnek alınan hayvanlar arasında, orta vücut kondisyonuna sahip olanların sayısı, yağlı veya zayıf vücut kondisyonuna sahip olanlardan daha fazlaydı.

Tablo 4.16. Vücut kondisyonu ve örnek alınan mevsime göre prevalans

Vücut kondisyonu	Mevsim	<i>T. brucei</i>	<i>T. cong.</i>	<i>T. vivax</i>	Enfekte olan toplam	Örnek alınan toplam	Prevalans (%95 GA) (%)
Yağlı	Yağmurlu	-	1	1	2	144	1.4 (0.0 – 3.3)
	Erken kurak	-	4	1	5	207	2.4 (0.3 – 4.5)
Orta	Yağmurlu	-	1	4	5	221	2.3 (0.3 – 4.2)
	Erken kurak	-	4	1	5	223	2.3 (0.3 – 4.2)
Zayıf	Yağmurlu	-	1	4	5	80	6.3 (1.0 – 11.6)
	Erken kurak	-	1	-	1	46	2.2 (0.0 – 6.4)

GA = Güven aralığı

4.3.3.6 Örnek alınan mevsim

Yağmurlu ve erken kurak mevsimde prevalans sırasıyla %2.7 (GA: 1.2 – 4.2) ve %2.3 (GA: 1.0 – 3.7) olarak bulunmuştur (Tablo 4.17). En yaygın *Trypanosoma* türlerinde mevsimsel varyasyon tablodan gözlenebilmektedir. *T. vivax* yağmurlu mevsimde yaygınken, *T. congolense* erken kurak mevsimde yaygındı. PHH aralığı, yağmurlu mevsimde erken kurak mevsime göre daha dar görünmektedir.

Tablo 4.17. Örnekleme mevsimine göre prevalans ve PHH

Mevsim	PHH ortalaması (%) $\pm$ S	PHH aralığı (%)	<i>T. brucei</i>	<i>T. cong.</i>	<i>T. vivax</i>	Enfekte olan toplam	Örnek alınan toplam	Prevalans (%95 GA) (%)
Yağmurlu	27 $\pm$ 4.35	16 - 39	-	3	9	12	445	2.7 (1.2 – 4.2)
Erken kurak	26 $\pm$ 4.81	12 - 44	-	9	2	11	476	2.3 (1.0 – 3.7)

S = Standart sapma

GA = Güven aralığı

4.3.3.7 Hayvanın cinsiyeti

Örnek alınan toplam hayvan sayısına dayalı olarak, tripanosomozis prevalansı erkeklerde (%5.1; GA: 2.3 – 7.9) dişi hayvanlardan (%1.6; GA: 0.7 – 2.6) çok daha yüksekti (Tablo 4.18). Mevcut bu verilere göre, *Trypanosoma* türlerine göre erkek ve dişi sığırlarda enfeksiyon oranı benzerdir, çünkü *T. congolense* ve *T. vivax*'ın enfekte hayvanlardaki dağılımı neredeyse eşittir.

Tablo 4.18. Örnek alınan hayvanların cinsiyetine göre prevalans ve PHH

Cinsiyet	PHH ortalaması (%) $\pm$ S	PHH aralığı (%)	<i>T. brucei</i>	<i>T. cong.</i>	<i>T. vivax</i>	Enfekte olan toplam	Örnek alınan toplam	Prevalans (%95 GA) (%)
Erkek	26 $\pm$ 4.60	12 - 44	-	6	6	12	237	5.1 (2.3 – 7.9)
Dişi	27 $\pm$ 4.60	12 - 41	-	6	5	11	684	1.6 (0.7 – 2.6)

S = Standart sapma
GA = Güven aralığı

4.3.3.8 Genotip ve cinsiyet

Örnek alınan hayvanların %95.3'ü N'Dama olduğu için pozitif hayvanların yaklaşık %96'sı N'Dama ırkından idi (Tablo 4.19). G $\times$ N genotipinden sadece bir pozitif hayvana rastlanmıştır. Genotipe dayalı olarak prevalans G $\times$ N'de %2.6 (1/38), N'Dama ırkında %2.5 (22/878) olarak bulunmuştur. Hem N'Dama hem G $\times$ N'de erkeklerde prevalans dişilere göre belirgin düzeyde daha yüksekti.

Tablo 4.19. Örnek alınan hayvanların genotip ve cinsiyetine göre prevalans ve PHH

Genotip	Cinsiyet	PHH ortalaması (%) $\pm$ S	PHH aralığı (%)	<i>T. brucei</i>	<i>T. cong.</i>	<i>T. vivax</i>	Enfekte olan toplam	Örnek alınan toplam	Prevalans (%95 GA) (%)
Gobra (G)	Erkek	26 $\pm$ 5.23	21 - 31	-	-	-	-	4	-
	Dişi	18 ¹	UD	-	-	-	-	1	-
N'Dama (N)	Erkek	26 $\pm$ 4.62	12 - 44	-	5	6	11	220	5.0 (2.1 – 7.9)
	Dişi	27 $\pm$ 4.61	12 - 41	-	6	5	11	658	1.7 (0.7 – 2.7)
G $\times$ N	Erkek	28 $\pm$ 4.12	24 - 38	-	1	-	1	13	7.7 (0.0 – 22.2)
	Dişi	29 $\pm$ 3.33	23 - 35	-	-	-	-	25	-

¹ Gösterilen değer bir hayvan için olup birkaç hayvanın ortalaması değildir. S = Standart sapma
UD = Sadece bir örnek olduğu için uygulanabilir değil GA = Güven aralığı

4.3.3.9 Yaş grubu ve cinsiyet

Buzağı-dana, bir yaşını doldurmuş, genç yetişkinler ve yaşlı yetişkinler grupları için prevalans sırasıyla %1.6, %4.2, %2.9 ve %2.1 bulunmuştur. Tablo 4.20'de gösterilen yaş kategorilerinin hepsinde, dişi hayvanlara göre daha fazla oranda erkek tripanosomozis ile enfekte olup bir yaşını doldurmuş ve yaşlı yetişkin kategorisinde bu fark daha belirgindi. Buradaki yaş kategorisine göre en yüksek prevalans oranı, bir yaşını doldurmuş erkeklerde (%6.5; GA: 0.3 – 12.6)

ve ayrıca yaşı yetişkin erkeklerde (%6.0; GA: 0.9 – 11.1) gözlenmiştir. Gerek erkek gerek dişi hayvanlarda en düşük PHH değerleri bir yaşını doldurmuş kategorisinde gözlenmiştir.

Tablo 4.20. Örnek alınan hayvanların yaş grubu ve cinsiyetine göre prevalans ve PHH

Yaş grubu	Cinsiyet	PHH ortalaması (%) $\pm$ S	PHH aralığı (%)	<i>T. brucei</i>	<i>T. cong.</i>	<i>T. vivax</i>	Enfekte olan toplam	Örnek alınan toplam	Prevalans (%95 GA) (%)
Buzağı-dana ^a	Erkek	28 $\pm$ 4.90	20 - 40	-	1	-	1	35	2.9 (0.0 – 8.4)
	Dişi	27 $\pm$ 6.03	18 - 41	-	-	-	-	27	-
Bir yaşını doldurmuş ^b	Erkek	24 $\pm$ 4.89	12 - 38	-	2	2	4	62	6.5 (0.3 – 12.6)
	Dişi	25 $\pm$ 4.48	17 - 35	-	1	1	2	81	2.5 (0.0 – 5.9)
Genç yetişkin ^c	Erkek	26 $\pm$ 3.52	17 - 32	-	1	1	2	57	3.5 (0.0 – 8.3)
	Dişi	27 $\pm$ 4.69	15 - 39	-	1	1	2	82	2.4 (0.0 – 5.8)
Yaşlı yetişkin ^d	Erkek	26 $\pm$ 4.54	20 - 44	-	2	3	5	83	6.0 (0.9 – 11.1)
	Dişi	27 $\pm$ 4.47	12 - 40	-	4	3	7	494	1.4 (0.4 – 2.5)

^a 0 ila 1 yaş; ^b 1 ila 2 yaş; ^c 2 ila 3 yaş; ^d $\geq$ 3 yaş
S = Standart sapma GA = Güven aralığı

4.3.3.10 Hayvanların PHH değeri

Örnek alınan toplam hayvanların yaklaşık %72'si (666/921), %21 ila %30 arasında değişen PHH değerlerine sahipti (Tablo 4.21). Prevalans oranı, $PHH \leq \%20$ olan grupta en yüksekti (%8.0; GA: 1.9 – 14.1). $PHH \geq \%31$ grubundaki hayvanlar %31 ila %44 aralığındaydı, ancak bu gruptaki tek pozitif hayvanın PHH değeri %31 idi.

Tablo 4.21. Örnek alınan hayvanların PHH değerine dayalı olarak prevalans

PHH (%)	PHH ortalaması (%) $\pm$ S	PHH aralığı (%)	<i>T. brucei</i>	<i>T. cong.</i>	<i>T. vivax</i>	Enfekte olan toplam	Örnek alınan toplam	Prevalans (%95 GA) (%)
≤ 20	19 $\pm$ 1.78	12 - 20	-	3	3	6	75	8.0 (1.9 – 14.1)
21 - 25	23 $\pm$ 1.37	21 - 25	-	5	6	11	315	3.5 (1.5 – 5.5)
26 - 30	28 $\pm$ 1.43	26 - 30	-	3	2	5	351	1.4 (0.2 – 2.7)
≥ 31	33 $\pm$ 2.51	31 - 44	-	1	-	1	180	0.6 (0.0 – 1.6)

S = Standart sapma

GA = Güven aralığı

Bu arada, AHT enfeksiyon durumu dikkate alındığında, ortalama PHH pozitif hayvanlarda negatif hayvanlara göre daha düşüktü (Tablo 4.22).

Tablo 4.22. Örnek alınan hayvanların enfeksiyon durumuna göre PHH

Enfeksiyon durumu	PHH ortalaması (%) $\pm$ S	PHH aralığı (%)	Örnek alınan toplam
Pozitif	23 $\pm$ 3.85	16 - 31	23
Negatif	27 $\pm$ 4.60	12 - 44	898

S = Standart sapma

4.3.3.11 Hayvanların kıl örtüsü rengi

Tablo 4.23'te görüldüğü gibi, en yüksek prevalans oranı alaca kıl örtüsü rengine sahip hayvanlarda gözlenmiştir (kahverengi ve gride %6.1 (GA: 1.7 – 10.5) ve ardından siyah ve gride %3.9 (GA: 0.0 – 9.3)). Siyah, açık kahverengi ve koyu kahverengi kıl rengine sahip hayvanlarda nispeten daha düşük AHT prevalansı belirlenmiştir. Bu arada, şu üç renk grubunda hiçbir pozitif hayvan bulunmamıştır: gri; kahverengi ve siyah; siyah, kahverengi ve gri.

Tablo 4.23. Örnek alınan hayvanların kıl örtüsü rengine göre prevalans

Kıl örtüsü rengi	<i>T. brucei</i>	<i>T. cong.</i>	<i>T. vivax</i>	Enfekte olan toplam	Örnek alınan toplam	Prevalans (%95 GA) (%)
Siyah	-	1	-	1	55	1.8 (0.0 – 5.4)
Açık kahverengi	-	5	1	6	279	2.2 (0.4 – 3.9)
Koyu kahverengi	-	2	5	7	382	1.8 (0.5 – 3.2)
Alaca (Siyah ve gri)	-	-	2	2	51	3.9 (0.0 – 9.3)
Alaca (Kahverengi ve gri)	-	4	3	7	115	6.1 (1.7 – 10.5)
Gri	-	-	-	-	5	-
Alaca (Kahverengi ve siyah)	-	-	-	-	26	-
Alaca (Siyah, kahverengi ve gri)	-	-	-	-	8	-

GA = Güven aralığı

4.3.3.12 Yaşlı yetişkin dişi sığırların fizyolojik durumu

Tablo 4.24'te sunulan veriler, 3 yaşından büyük ve en az bir kez buzağılayan dişi sığırlarla ilgilidir. Üç farklı fizyolojik durumdaki hayvanlarda tripanosom bulunmuş olup bunlar laktasyonda, gebe değil; kuruda, gebe değil ve kuruda, gebe kategorileridir. Toplam örnek alınan hayvan sayısına dayalı olarak; kuruda, gebe değil kategorisindeki ineklerde prevalans diğer kategorilere göre daha yüksek bulunmuştur (%2.6; GA: 0.0 – 6.2).

Tablo 4.24. Yaşlı yetişkin dişi sığırların fizyolojik durumlarına göre prevalans ve PHH

Kategori	PHH ortalaması (%) $\pm$ S	PHH aralığı (%)	<i>T. brucei</i>	<i>T. cong.</i>	<i>T. vivax</i>	Enfekte olan toplam	Örnek alınan toplam	Prevalans (%95 GA) (%)
LB ^a	26 $\pm$ 4.26	12 - 39	-	3	1	4	294	1.4 (0.0 – 2.7)
KB ^b	27 $\pm$ 3.94	16 - 35	-	-	2	2	76	2.6 (0.0 – 6.2)
KG ^c	28 $\pm$ 4.66	19 - 38	-	1	1	2	95	2.1 (0.0 – 5.0)
LG ^d	-	-	-	-	-	-	-	-

^a Laktasyonda, gebe değil; ^b Kuruda, gebe değil; ^c Kuruda, gebe; ^d Laktasyonda, gebe
S = Standart sapma GA = Güven aralığı

4.3.4 *Trypanosoma* türlerini teşhis etmek için gerçek zamanlı PZR (qPZR)

4.3.4.1 “Nanodrop” yöntemi ile DNA miktarı ölçümü

Tablo 4.25, Glasgow Üniversitesi'nden elde edilen FTA kağıtlarından ekstrakte edilen standart pozitif kontrol örneklerindeki ve mikroskopi ile pozitif bulunan örneklerden rastgele seçilen bazılarındaki DNA miktarını göstermektedir. Bu miktar örnekler arasında farklılık göstermektedir ve *Trypanosoma* türlerinin her bir grubunda genel bir eğilim yoktur.

Tablo 4.25. Seçilen bazı örnekler için “nanodrop” yönteminin sonuçları

Örnek kimliği ^a	ng/μL ^b	Örnek kimliği ^a	ng/μL ^b
T brucei 1 ^c	7.65	CRNNRM 05 ^d	25.99
T brucei 2 ^c	8.44	CRNNRM 06 ^d	35.42
T congo 3 ^c	15.53	CRNSDP 02 ^d	63.83
T congo 4 ^c	40.09	CRSFWDL 02 ^d	56.59
T congo 8 ^c	18.54	CRSFWDL 23 ^d	19.44
T vivax 14 ^c	17.18	CRSNEDJ 15 ^d	13.23
T vivax 50 ^c	4.03	LRKEDH 14 ^d	34.96
T vivax 55 ^c	8.49	LRKEDH 16 ^d	57.37
T vivax 60 ^c	15.21	LRKWDE 21 ^d	95.61
LRKWDF 02 ^d	24.76	LRKWDE 27 ^d	48.40
CRSNRO 23 ^d	16.11	B179 ^e	20.84
CRNNRM 04 ^d	16.67	B180 ^e	22.56

^a Tüplerin üzerinde yazılı örnek kimliği

^b ng/μL = nanogram/mikrolitre (örneklerdeki DNA miktarını ölçmek için kullanılan standart birim)

^c FTA kağıtlarından ekstrakte edilen standart pozitif kontrol örnekleri

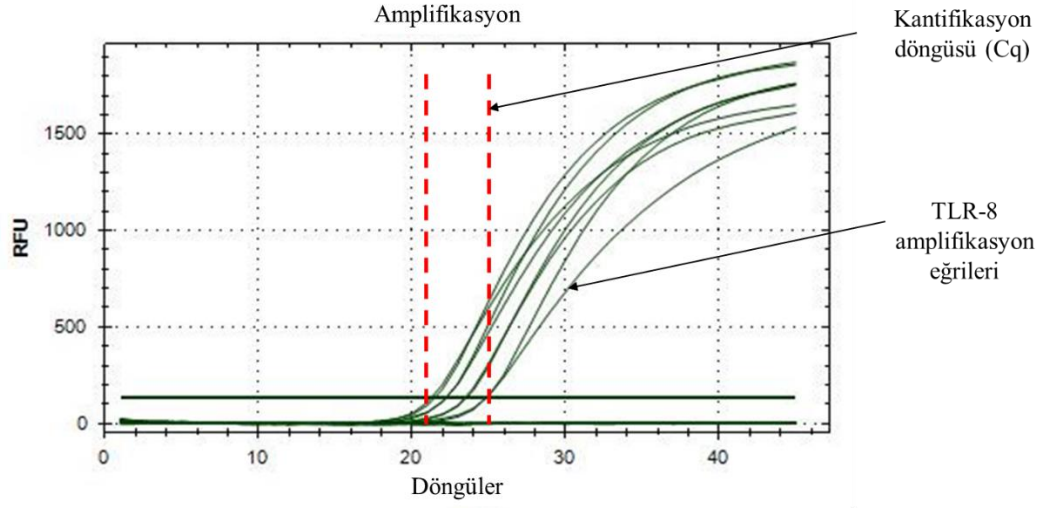
^d Daha önce mikroskopi ile teşhis edilen bireysel pozitif örnekler

^e Beş ayrı örnekten oluşan bir havuzlanmış parti (mikroskopi ile pozitif veya negatif olabilir)

4.3.4.2 TLR-8 (dahili kontrol geni) ön qPZR testi

Şekil 4.6'daki çeşitli eğriler, hedeflenen DNA'nın (TLR-8) iyi amplifikasyonunu göstermektedir. Bu amplifikasyon, ayrıca, kullanılan ekstraksiyon yönteminde bir sorun olmayabileceğini de göstermektedir. Genel olarak, dahili kontrol geni için bu tür amplifikasyon eğrileri, mevcut olduğunda hedeflenen parazitlerin (*Trypanosoma* türleri) DNA'sının saflaştırılmış olacağını ve uygun bir PZR testi ile büyük ihtimalle belirleneceğini işaret etmektedir.

Floresansın tespit edilebildiği döngü, genellikle kantifikasyon (miktar tayin) döngüsü (Cq) olarak adlandırılır ve Şekil 4.6'da 21 ile 25 arasında bulunması erken olup bu testte bakılan ekstrakte edilmiş örneklerde TLR-8 nükleik asidinin ilk kopyalarının yüksek miktarda bulunduğunu göstermektedir.



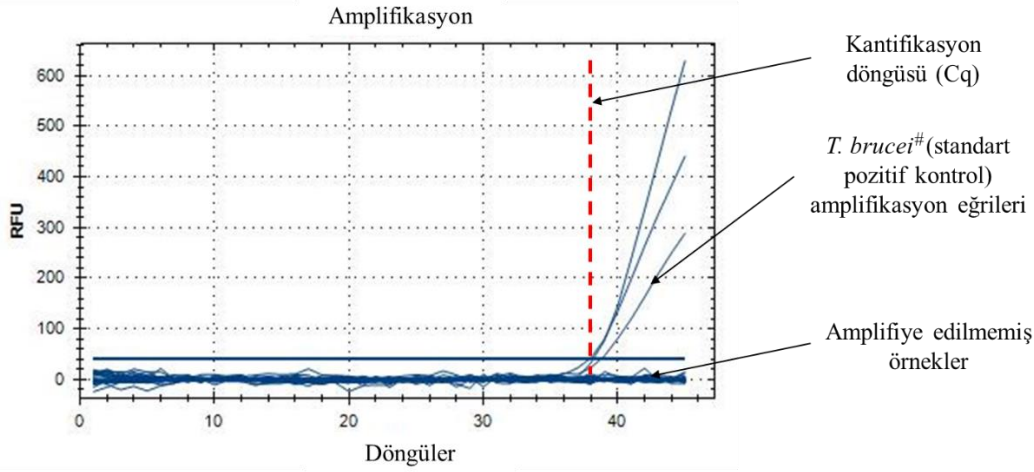
RFU = Relative fluorescence units (Göreceli floresans birimleri)

Toll benzeri reseptör-8 (toll-like-receptor-8 (TLR-8)), bu çalışmada, DNA ekstraksiyon prosedürlerinin etkinliğini belirlemek için kullanılan dahili kontrol genidir.

Şekil 4.6. Taqman universal ana karışım (mastermix) kullanarak TLR-8[#] için gerçek-zamanlı polimeraz zincir reaksiyonu.

4.3.4.3 Standart pozitif kontrollerin qPZR ile doğrulanması

Trypanosoma türlerinin her birine ait tüm standart pozitif kontrol örnekleri test edilmiş, ancak Şekil 4.7'de gösterildiği gibi yalnızca *T. brucei* için olan amplifikasyon eğrileriyle sonuçlanmıştır. Bununla birlikte, *T. brucei* amplifikasyonu için 38'lik Cq geç olarak ifade edilebilir. Reaksiyon ortamlarında ve koşullarında birkaç değişiklik yapıldıktan sonra bile hem *T. congolense* hem *T. vivax* pozitif kontrolleri için hiçbir amplifikasyon eğrisi gözlenmemiştir. PAL 1, Salsa ve Taqman universal ana karışımı gibi çeşitli polimerazların ve ana karışımların tekli veya multipleks testlerde kullanılması durumunda bile *T. congolense* ve *T. vivax* pozitif kontrollerinde hiçbir amplifikasyon gözlenmemiştir.



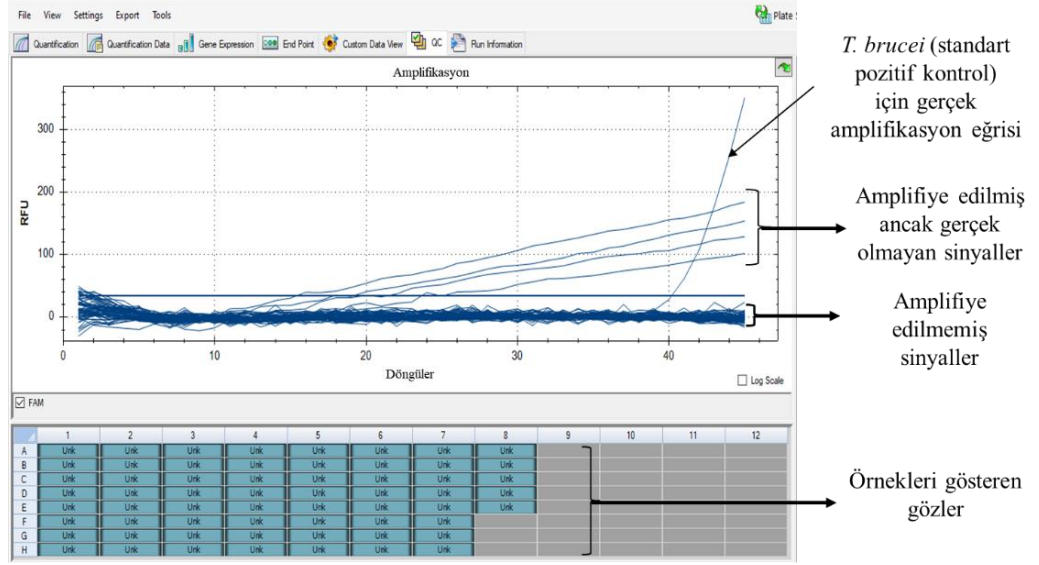
RFU = Relative fluorescence units (Göreceli floresans birimleri)

Glasgow Üniversitesi'nden (Birleşik Krallık) elde edilen *T. brucei* standart pozitif kontrolleri (Antat 90.13 kültür suşu).

Şekil 4.7. Taqman universal ana karışım (mastermix) kullanarak standart pozitif kontrol örnekleri için gerçek-zamanlı polimeraz zincir reaksiyonu.

4.3.4.4 Bazı örnekler ve standart pozitif kontrolleri için ön qPZR testi

Şekil 4.8'de gösterilen bir analizde, *T. brucei* DNA'sının muhtemel tespiti için toplam 61 örnek test edilmiştir. Bu örnekler, Gambiya'dan 59 havuzlanmış saha örneğini içermekte olup bunlar bir standart pozitif *T. brucei* kontrolü ve bir negatif kontrol (nükleaz içermeyen su) ile aynı anda test edilmiştir. Şekil 4.8'deki tek gerçek amplifikasyon eğrisi *T. brucei*'nininki idi (standart pozitif kontrol). Bununla birlikte, bu amplifiye edilmiş örnek için 40'lık Cq geç görünmektedir.



RFU = Relative fluorescence units (Göreceli floresans birimleri)

Şekil 4.8. Seçilen örneklerde *T. brucei*'yi teşhis etmek için gerçek-zamanlı bir polimeraz zincir reaksiyonu testinin tipik bir çıktısı.

Şekil 4.8'de görüldüğü gibi ayrıca, havuzlanmış saha örneklerinin dördü için sinyaller gözlenmiştir. Bu dört durumda amplifikasyon var gibi görünse de, bunlar gerçek eğriler olarak kabul edilemezlerdi ve Cq'ları da biraz erkendi. Bu dört örneğin izolasyonu ve qPZR ile yeniden test edilmesi, herhangi bir normal amplifikasyon eğrisi vermemiş, yalnızca düz çizgiler gözlenmiştir. Bu nedenle ilgili örnekler *T. brucei* için pozitif olarak kabul edilmemiştir.

4.3.4.5 Diğer ön qPZR testleri

Standart pozitif kontrollerin pozitifliğini (DNA'nın amplifikasyonunu) uygun şekilde belirlemek için çabaların gösterildiği farklı testleri takiben, daha sonra, tüm ekstrakte edilen örnekleri hedeflenen *Trypanosoma* türlerinin herhangi birinin varlığı için test amacıyla *T. brucei*'nin amplifikasyonu ile sonuçlanan aynı qPZR reaksiyonunun ve şartının kullanılmasına karar verilmiştir. Ancak, ilgili havuzlanmış örnekler test edildiğinde *T. congolense* ve *T. vivax*'ın hiçbirisi için amplifikasyon eğrisi elde edilmemiştir.

4.3.4.6 Gambiya’da sahadan alınan örneklerle dayalı olarak *T. brucei* için qPZR testinin nihai sonuçları

Havuzlanmış örneklerde *T. brucei* DNA'sının teşhisine yönelik testler, "H9" etiketli örnek için olmak üzere yalnızca şüpheli bir amplifikasyon eğrisi ile sonuçlanmıştır. Hepsi Aşağı Nehir Bölgesi'nin Kiang East ilçesinden olan bu havuzlanmış örneğin bireysel bileşimi Tablo 4.26'da sunulmuştur. Örnekler, iki sürüden (G ve H) erken kurak mevsimde alınmıştır ve her etiket için numaralar, kan örneği alınması sırasında hayvanlara verilen kimlikleri göstermektedir. Ancak, listelenen bu beş ayrı örneği içeren qPZR testine dayalı olarak gerçek bir amplifikasyon eğrisi gözlenmemiştir. Bu son teste dayalı olarak, ilgili örneklerde *T. brucei* DNA'sının varlığının qPZR ile teşhisine ait sonuçlar ikna edici olarak kabul edilmemiştir.

Tablo 4.26. *T. brucei* için pozitif olduğundan şüphelenilen örnekler hakkında bilgi

H9 bileşenleri	Nihai PZR durumu
LRKEDG26 ¹	İkna edici değil
LRKEDG27	İkna edici değil
LRKEDH01 ²	İkna edici değil
LRKEDH02	İkna edici değil
LRKEDH03	İkna edici değil

¹ LRKEDG26: Aşağı Nehir Bölgesi'ndeki Kiang East ilçesinde erken kurak mevsimde "G" sürüsünden örnek alınan 26. hayvan.

² LRKEDH01: Aşağı Nehir Bölgesi'ndeki Kiang East ilçesinde erken kurak mevsimde "H" sürüsünden örnek alınan 1. hayvan.

4.3.4.7 Gambiya’da sahadan alınan örneklerle dayalı olarak *T. congolense* için qPZR testinin nihai sonuçları

Dört havuzlanmış örnekte *T. congolense*'nin DNA'sının amplifikasyonu var gibi görünüyordu (Tablo 4.27), ancak bunların ilgili eğrileri çok ikna edici değildi. *T. congolense* için pozitif olduğundan şüphelenilen bu örneklerin tümü yağmurlu mevsimde, Aşağı Nehir, Orta Nehir - Kuzey ve Yukarı Nehir Bölgelerinden alınmıştır. Havuzlanmış örnekler için gözlenen ilk amplifikasyon eğrileri, bunları oluşturan bireysel örnekler qPZR ile test edildiğinde ise görülmemiştir.

Havuzlanan ve bireysel örnekler arasındaki uyumsuz amplifikasyon eğrileri göz önüne alındığında, sonuç ikna edici olarak kabul edilmemiştir.

Tablo 4.27. *T. congolense*'nin şüpheli pozitif örnekleri hakkında bilgi

Muhtemel pozitif (havuzlanmış) örneklerin kimliği	Bireysel örneklerin kimliği	Nihai PZR durumu	Muhtemel pozitif (havuzlanmış) örneklerin kimliği	Bireysel örneklerin kimliği	Nihai PZR durumu
D7	LRKWRF14 ^a	İkna edici değil	H5	URSRQ04 ^c	İkna edici değil
	LRKWRF15	İkna edici değil		URSRQ05	İkna edici değil
	LRKWRF16	İkna edici değil		URSRQ06	İkna edici değil
	LRKWRF17	İkna edici değil		URSRQ07	İkna edici değil
	LRKWRF18	İkna edici değil		URSRQ08	İkna edici değil
F5	CRNSRP20 ^b	İkna edici değil	H8	LRKERH06 ^d	İkna edici değil
	CRNSRP21	İkna edici değil		LRKERH07	İkna edici değil
	CRNSRP22	İkna edici değil		LRKERH08	İkna edici değil
	CRNSRP23	İkna edici değil		LRKERH09	İkna edici değil
	CRNSRP24	İkna edici değil		LRKERH10	İkna edici değil

^a LRKWRF14: Aşağı Nehir Bölgesi'deki Kiang West ilçesinde yağmurlu mevsimde "F" sürüsünden örnek alınan 14. hayvan.

^b CRNSRP20: Orta Nehir - Kuzey Bölgesi'ndeki Sami ilçesinde yağmurlu mevsimde "P" sürüsünden örnek alınan 20. hayvan.

^c URSRQ04: Yukarı Nehir Bölgesi'ndeki Sandu ilçesinde yağmurlu mevsimde "Q" sürüsünden örnek alınan 4. hayvan.

^d LRKERH06: Aşağı Nehir Bölgesi'ndeki Kiang East ilçesinde yağmurlu mevsimde "H" sürüsünden örnek alınan 6. hayvan.

İlçeler açısından, havuzlanmış örnekler, Kiang West (D7), Sami (F5), Sandu (H5) ve Kiang East (H8)'den idi. Her bir etiketteki numaralar, kan örnekleri alınması sırasında hayvanlara verilen bireysel kimlikleri temsil ederken, bu numaralardan önceki harfler (F, P, Q ve H) dört farklı sürüyü temsil etmektedir.

4.3.4.8 Gambiya'da sahadan alınan örneklere dayalı olarak *T. vivax* için qPZR testinin nihai sonuçları

T. vivax DNA'sını belirlemek için test yapıldığında sadece üç havuzlanmış örnek için amplifikasyon gözlenmiştir. Bu havuzlardan herhangi birinde yer alan bireysel örneklerin hiçbiri, ikna edici amplifikasyon eğrileri vermemiştir (Tablo 4.28). Bu arada, üç pozitif havuzlanmış örnek, Aşağı Nehir Bölgesi'deki Kiang West ve Kiang East ilçelerinden alınan örneklerden oluşuyordu. Bu örnekler yağmurlu (B10) ve erken kurak mevsimde (A11 ve G10) alınmıştır. *T. congolense*'deki duruma benzer şekilde, havuzlanmış örnekler için gözlenen ilk amplifikasyon eğrileri, bunları oluşturan bireysel örnekler qPZR ile test

edildiğinde tekrarlanmamıştır. Havuzlanmış ve bireysel örnekler arasındaki amplifikasyon eğrileriyle ilgili uyumsuzluk göz önüne alındığında, *T. vivax* DNA'sını teşhis etmeye yönelik testlerden elde edilen sonuçların da ikna edici olmadıkları kabul edilmiştir.

Tablo 4.28. *T. vivax*'ın şüpheli pozitif örnekleri hakkında bilgi

Pozitif (havuzlanmış) örneklerin kimliği	Bireysel örneklerin kimliği	Nihai PZR durumu	Pozitif (havuzlanmış) örneklerin kimliği	Bireysel örneklerin kimliği	Nihai PZR durumu
A11	LRKWDE18 ^a	İkna edici değil	G10	LRKEDG21 ^d	İkna edici değil
	LRKWDE19	İkna edici değil		LRKEDG22	İkna edici değil
	LRKWDE20	İkna edici değil		LRKEDG23	İkna edici değil
	LRKWDE21	İkna edici değil		LRKEDG24	İkna edici değil
	LRKWDE22	İkna edici değil		LRKEDG25	İkna edici değil
B10	LRKERG23 ^b	İkna edici değil			
	LRKERG24	İkna edici değil			
	LRKERG25	İkna edici değil			
	LRKERGXX ^c	İkna edici değil			
	LRKERGY ^c	İkna edici değil			

^a LRKWDE18: Aşağı Nehir Bölgesi'deki Kiang West ilçesinde erken kurak mevsimde "E" sürüsünden örnek alınan 18. hayvan.

^b LRKERG23: Aşağı Nehir Bölgesi'deki Kiang East ilçesinde yağmurlu mevsimde "G" sürüsünden örnek alınan 23. hayvan.

^c LRKERGXX: Aşağı Nehir Bölgesi'deki Kiang East ilçesinde yağmurlu mevsimde "G" sürüsünden örnek alınan ve verilen numarası tüpten silinmiş bir hayvan.

^d LRKEDG21: Aşağı Nehir Bölgesi'deki Kiang East ilçesinde erken kurak mevsimde "G" sürüsünden örnek alınan 21. hayvan.

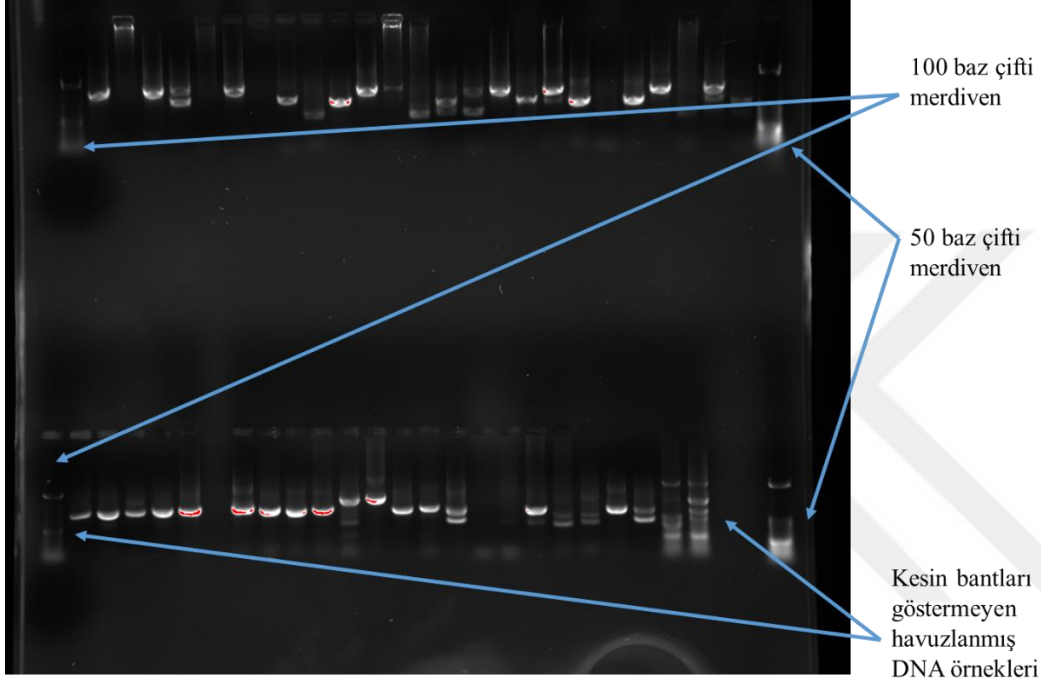
İlçeler açısından, havuzlanmış örnekler, Kiang West (A11) ve Kiang East (B10 ve G10)'den idi. Her bir etiketteki numaralar, kan örnekleri alınması sırasında hayvanlara verilen bireysel kimlikleri temsil ederken, bu numaralardan önceki harfler [E ve G (erken kurak) ve G (yağmurlu)] üç ayrı sürüyü temsil etmektedir.

4.3.5 *Trypanosoma* türlerini teşhis etmek için geleneksel PZR

4.3.5.1 *T. brucei* DNA'sını belirlemek için "GPI-PLC-PZR"

Bu bölüm, kapiller elektroforez sistemi (QIAxcel®) ile çözülen "GPI-PLC-PZR" ürünlerini açıklamaktadır. Beklenen ürün boyutu 324 baz çifti (bç) idi. Şekil 4.9'daki pozitif kontrol, beklenene yakın belirgin bantlar verdi, ancak havuz başına beş ayrı örneğin bir kombinasyonu olarak test edilen sahadan alınan örneklerin herhangi biri için bu tür bantların hiçbirisi gözlenmemiştir.

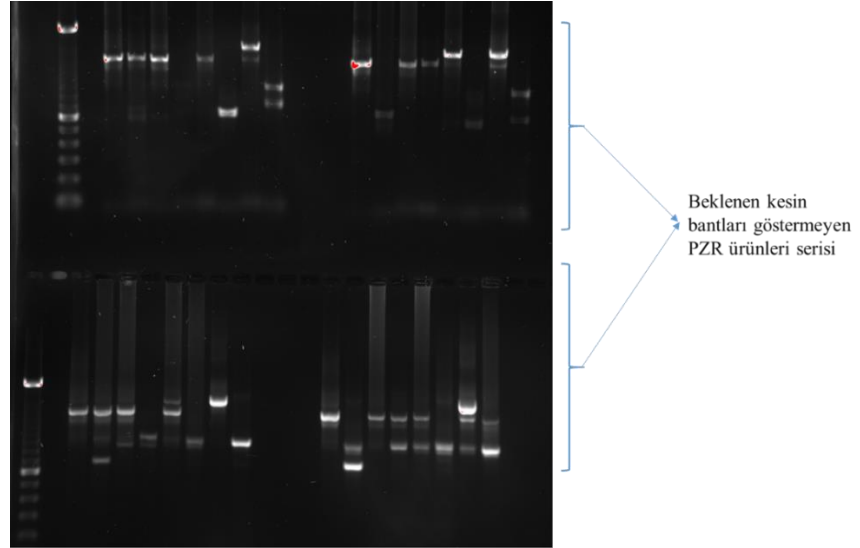
edilen örneklerin (gözlerin) çoğunda başka bantlar vardı, ancak bunlar gerçek bant boyutları değildi ve tüm örneklerin Şekil 4.10'da gösterilen bu bantlara sahip olması doğru değildir ve neredeyse imkansızdır. Bu nedenle, havuzlanmış örneklerin hiçbirinin pozitif veya negatif olarak değerlendirilemeyeceği, bunun yerine bu teşhis sonuçlarının analiz edilen örneklerde *T. vivax* ve *T. congolense* DNA'sı için ikna edici olmadığı düşünülmüştür.



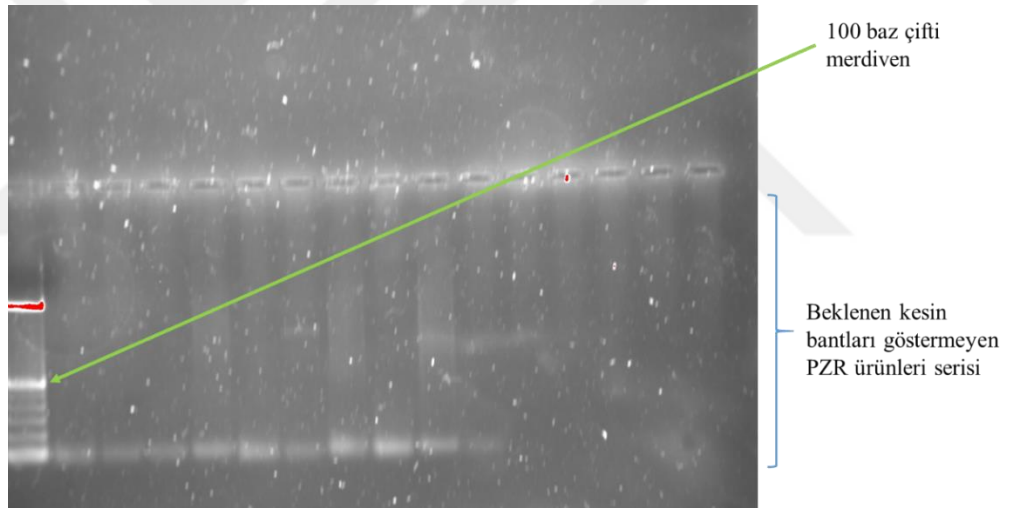
Şekil 4.10. İki tarafında merdiven bulunan 48 PZR ürünü içeren bir jel.

4.3.5.3 Geleneksel PZR ile diğer testler

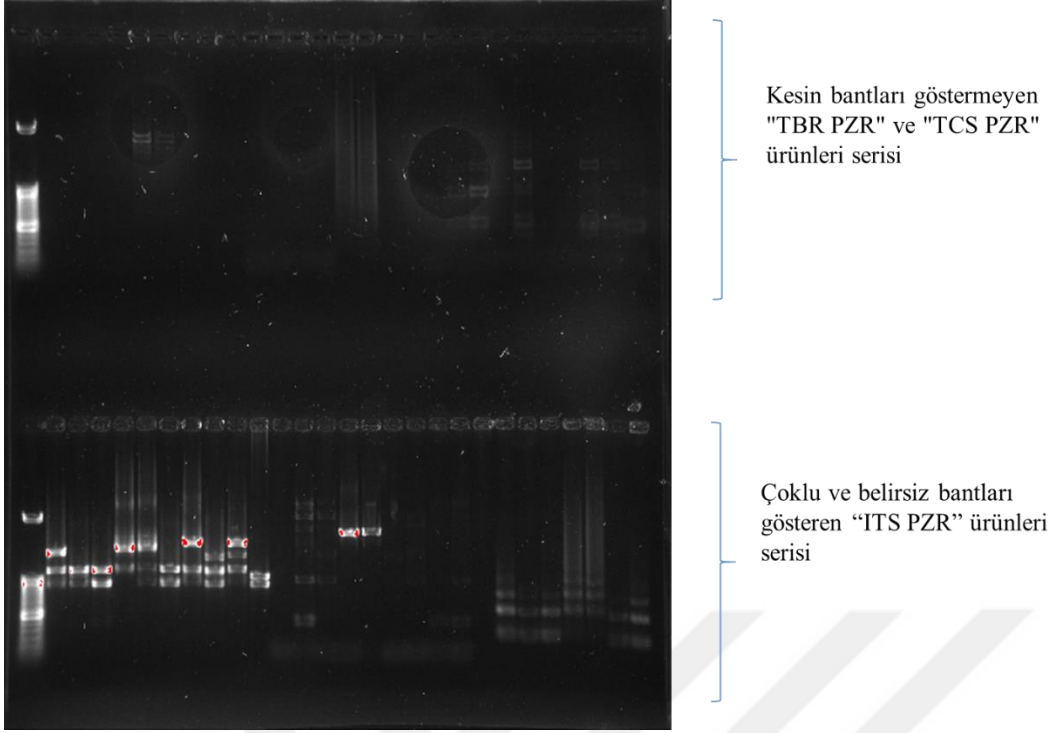
Gerçek örnekler ya *T. brucei* için "GPI-PLC-PZR" ile ya da *T. vivax* ve *T. congolense* için "ITS PZR" ile nihai olarak analiz edilmeden önce çeşitli optimizasyon denemeleri yapılmıştır. Bu tür testlerin sonuçları ve özellikle beklenen bant boyutlarını vermeyenler çok fazla olup tümü burada sunulmamıştır. Bu arada, ürünleri jel elektroforezi sistemi ile çözülen bu tür geleneksel PZR testlerinin bazı örnekleri Şekil 4.11, 4.12 ve 4.13'te gösterilmiştir.



Şekil 4.11. “ITS PZR” kullanılarak sekiz standart pozitif örnek için yapılan termal gradyan sonuçları.



Şekil 4.12. Salsa tamponu ve PAL polimeraz kullanılarak 60 °C tavlama sıcaklığında her örneğin 2 µL'sine dayalı olarak bir “ITS PZR” testinin sonuçları.



Şekil 4.13. Üst sırada “TBR PZR” ve “TCS PZR” ve alt sırada “ITS PZR” amplifikasyon ürünlerini gösteren bir jel.

4.4 Süt Örneklerine İlişkin Sonuçlar

4.4.1 N'Dama inek sütünün bileşenleri ve fiziksel özelliklerine ilişkin tanımlayıcı değerler

Tablo 4.29, bu çalışmada belirlenen her bir parametre için ortalama değerleri, standart sapmaları ve ayrıca minimum ve maksimum değerleri göstermektedir. İncelenen süt parametrelerinin varyasyon katsayısı bakımından, en yüksek değişkenlik bileşenler içinde %43.29 ile yağda, fiziksel özellikler içinde %13.46 ile elektrik iletkenliğinde gözlenmiştir. Süt bileşenlerinde en az değişkenlik %8.21, %8.36 ve %8.78 ile sırasıyla yağsız kuru maddede, proteinde ve laktozda gözlenmiştir. Fiziksel özellikler içinde en az değişkenlik %0.22 ile yoğunlukta gözlenmiştir.

Tablo 4.29. N'Dama ineklerinin süt bileşenleri ve sütün fiziksel özelliklerine ilişkin tanımlayıcı değerler

Parametre	n	Ortalama ^a	S	VK ^b (%)	Minimum	Maksimum
Bileşenler						
Kuru madde, %	233	15.03	3.12	20.75	9.62	26.70
Yağ, %	233	5.89	2.55	43.29	1.21	14.04
Yağsız kuru madde, %	233	9.13	0.75	8.21	7.86	12.66
Protein, %	233	3.35	0.28	8.36	2.88	4.65
Laktoz, %	233	5.01	0.44	8.78	2.72	6.95
Tuzlar (mineraller), %	233	0.76	0.07	9.21	0.53	1.05
Fiziksel özellikler						
Yoğunluk, kg/m ³	233	1030.94	2.30	0.22	1017.31	1038.59
Elektrik iletkenliği, mS/cm	233	3.64	0.49	13.46	2.26	4.94
Donma noktası, °C	230	-0.602	0.064	10.63	-0.800	-0.490

S = Standart sapma

^a Düzeltilmemiş genel ortalama

^b VK = Varyasyon katsayısı

4.4.2 N'Dama inek sütünün bileşenleri ve fiziksel özelliklerini etkileyen potansiyel faktörler

4.4.2.1 Kuru madde (KM)

N'Dama inek sütünde kuru madde genel ortalaması 14.75 ± 0.48 olarak bulunmuştur (Tablo 4.30). İncelenen faktörlerin hiçbirisi bu bileşen üzerinde önemli bir etkiye sahip değildi ($P > 0.05$). Bu arada, 0.05 ila 0.10 arasında olan P değerlerine dayalı olarak, kıl örtüsü rengi, besleme şekli ve örnek alınan mevsimin kuru madde üzerine etkili olabilecek potansiyel faktörler olarak dikkate alınması gerekmektedir. Bu açıdan önemli olanlar, açık kahverengi kıl örtüsü (%15.67), kısmi yem takviyesi (%15.28) ve erken kurak mevsim (%15.21) olup, bunlar, faktörlerin incelenen alt kategorileri arasında en yüksek ortalama değerlere sahip alt kategorilerdir.

4.4.2.2 Yağ

Tablo 4.30'da görüldüğü gibi, N'Dama inek sütünde yağ genel ortalaması 5.70 ± 0.39 'dur. Mevsimin, yağ yüzdesi üzerinde istatistiki olarak önemli etkisi ($P < 0.05$) belirlenmiş, en yüksek ortalama değer erken kurak mevsimde gözlenmiştir. İstatistiki olarak önemli olmasa da, gelecekteki araştırmalarda

dikkate alınmaya değer ($0.05 < P < 0.10$) diğer faktörler, kıl örtüsü rengi ve besleme şeklidir. Açık kahverengi kıl örtüsüne sahip inekler (%6.43) ve kısmi yem takviyesi yapılanlar (%6.17), kendi faktörlerinin alt kategorileri arasında diğerlerine göre daha fazla ortalama yağ oranına sahip olanlardı.

4.4.2.3 Yağsız kuru madde (YKM)

Yağsız kuru madde genel ortalaması 9.05 ± 0.12 olarak belirlenmiştir (Tablo 4.30). Bu süt bileşeni üzerinde önemli etkiye sahip ($P < 0.05$) tek faktör ineklerin yaşı idi, ancak bu faktörle ilgili açık bir eğilim belirlenmemiştir.

4.4.2.4 Protein

Bu çalışmada protein genel ortalaması 3.31 ± 0.04 olarak bulunmuştur (Tablo 4.31). Bu bileşen, ineklerin yaşından önemli düzeyde ($P < 0.05$) etkilenmiştir. Yedi ve sekiz yaşındaki inekler sırasıyla %3.42 ve %3.37 ile en yüksek ortalama değerlere sahipti. Bu arada, ineklerin yaşına göre bu bileşenin varyasyonunda mantıklı bir eğilim yok gibi görünmektedir. İncelenen diğer altı faktörün hiçbirisi, N'Dama inek sütünün protein yüzdesindeki varyasyon üzerinde bir etkiye sahip değildi.

4.4.2.5 Laktoz

Tablo 4.31'de görüldüğü gibi, N'Dama sütünde laktoz genel ortalaması 4.95 ± 0.07 olarak belirlenmiştir. Bu süt bileşeni, incelenen yedi faktörün hiçbirinden etkilenmemiştir. Bu arada, 0.05 ile 0.10 arasında P değerleri olan ineklerin yaşı ve kıl örtüsü rengi faktörlerinin etkilerini gelecekteki araştırmalarda incelemek faydalı olabilir. Bu iki faktörle ilgili olarak, 7 yaşındaki inekler ve açık kahverengi renkte olanlar en yüksek ortalama laktoz değerlerine sahipti.

4.4.2.6 Tuzlar (Mineraller)

N'Dama sütünde tuzların genel ortalaması 0.75 ± 0.01 olarak bulunmuştur (Tablo 4.31). Bu bileşen üzerinde sadece ineklerin yaşı istatistiki olarak önemli bir etki göstermiş olup 7 yaşındaki ineklerde %0.78 ile en yüksek değer bulunmuştur.

Ancak, dikkate alınan yaş kategorileri arasındaki varyasyonda belirgin bir eğilim yok gibi görünmektedir.

4.4.2.7 Yoğunluk

N'Dama sütünde yoğunluk genel ortalaması $1030.73 \pm 0.35 \text{ kg/m}^3$ olarak belirlenmiştir (Tablo 4.32). Bu süt özelliği, ineklerin yaşından ve kan paketlenmiş hücre hacminden (PHH) önemli düzeyde ($P < 0.05$) etkilenmiştir. PHH değerleri ≥ 31 olan ineklerin sütünde yoğunluk, diğer PHH alt kategorilerindeki ineklere göre önemli düzeyde ($P < 0.05$) daha yüksekti. Diğer yandan, yoğunluk bakımından yaş kategorilerine göre açık bir eğilim belirlenememiştir.

4.4.2.8 Elektrik iletkenliği (EI)

Tablo 4.32'de görüldüğü gibi, N'Dama sütünde elektrik iletkenliği genel ortalaması $3.57 \pm 0.07 \text{ mS/cm}$ olarak tahmin edilmiş ve örnek alınan bölge ve ineklerin günlük sağım sayısından önemli düzeyde etkilendiği ($P < 0.05$) belirlenmiştir. Bu kapsamda, Batı Sahili ve Orta Nehir-Kuzey Bölgelerinden alınan sütlerde elektrik iletkenliği, diğer bölgelerden (Yukarı Nehir, Aşağı Nehir ve Orta Nehir-Güney) alınan sütlerinkine göre istatistiki olarak önemli düzeyde daha yüksekti. Günde bir kez sağılan ineklerin sütü, günde iki kez sağılanlarınkine göre istatistiki olarak önemli düzeyde daha yüksek elektrik iletkenliği değerine sahipti.

4.4.2.9 Donma noktası (DN)

N'Dama sütünün donma noktası genel ortalaması $-0.599 \pm 0.010 \text{ }^{\circ}\text{C}$ olarak bulunmuştur (Tablo 4.32). Bu değişken üzerinde önemli etkisi ($P < 0.05$) olan tek faktör ineklerin yaşıydı. En yüksek ve en düşük donma noktası değerleri $-0.581 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ve $-0.621 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ile sırasıyla 9 yaşındaki ve 7 yaşındaki ineklerde gözlenmiştir. Ancak bu faktörün alt kategorileri arasında donma noktası bakımından herhangi bir belirgin eğilim bulunmamıştır.

Tablo 4.30. N'Dama inek sütünde etkileyen potansiyel faktörlere göre kuru madde, yağ ve yağsız kuru madde için tahminlenen marjinal ortalamalar (TMO) ve standart hataları (SH)

Faktörler	n	Kuru madde, %			Yağ, %			Yağsız kuru madde, %		
		TMO	SH	P-değeri	TMO	SH	P-değeri	TMO	SH	P-Değeri
Bölge				0.605			0.673			0.582
Batı Sahili	55	14.66	0.57		5.63	0.47		9.04	0.14	
Aşağı Nehir	51	15.01	0.79		5.93	0.64		9.08	0.19	
Orta Nehir - Güney	36	14.63	0.72		5.59	0.59		9.03	0.18	
Orta Nehir - Kuzey	58	15.26	0.61		6.07	0.50		9.19	0.15	
Yukarı Nehir	31	14.19	0.77		5.29	0.63		8.90	0.19	
İneğin yaşı				0.280			0.491			0.019
≤ 5 yaş	27	14.21	0.80		5.20	0.65		9.01 ^{a,b}	0.19	
6 yaş	42	14.30	0.63		5.46	0.51		8.84 ^a	0.15	
7 yaş	61	15.56	0.57		6.22	0.46		9.33 ^b	0.14	
8 yaş	48	14.98	0.60		5.79	0.49		9.19 ^{b,c}	0.15	
9 yaş	16	14.26	0.89		5.45	0.72		8.81 ^{a,c}	0.22	
≥ 10 yaş	37	15.20	0.67		6.09	0.55		9.11 ^{a,b}	0.16	
Paketlenmiş hücre hacmi				0.405			0.414			0.182
≤ 20	16	13.83	0.94		5.12	0.76		8.71	0.23	
21 - 25	80	15.27	0.57		6.17	0.46		9.10	0.14	
26 - 30	90	15.05	0.50		5.91	0.40		9.14	0.12	
≥ 31	45	14.85	0.60		5.61	0.49		9.24	0.15	
Kıl örtüsü rengi				0.060			0.073			0.123
Koyu kahverengi	104	15.08	0.48		5.99	0.39		9.09	0.12	
Açık kahverengi	68	15.67	0.56		6.43	0.46		9.24	0.14	
Siyah	16	14.14	0.89		5.17	0.72		8.97	0.22	
Alaca	43	14.11	0.63		5.22	0.51		8.89	0.15	
İneğin günlük sağımlı sayısı				0.320			0.269			0.703
Bir kez	119	14.43	0.48		5.41	0.39		9.02	0.12	
İki kez	112	15.07	0.65		5.99	0.53		9.08	0.16	
Besleme şekli				0.095			0.089			0.289
Takviye yok	177	13.99	0.34		5.09	0.28		8.90	0.08	
Kısmi yem takviyesi	37	15.28	0.63		6.17	0.51		9.11	0.15	
Yem takviyesi	17	14.98	1.09		5.85	0.89		9.13	0.27	
Örnek alınan mevsim				0.074			0.037			0.733
Yağmurlu (Haziran - Ekim)	109	14.29	0.57		5.26 ^a	0.47		9.03	0.14	
Erken kurak (Kasım - Mart)	122	15.21	0.51		6.15 ^b	0.42		9.07	0.12	
Genel ortalama	231	14.75	0.48		5.70	0.39		9.05	0.12	

^{a,b,c} Her faktör içinde aynı sütunda farklı harfler taşıyan ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir ($P < 0.05$)

Tablo 4.31. N'Dama inek sütünde etkileyen potansiyel faktörlere göre protein, laktoz ve tuz içeriği için tahminlenen marjinal ortalamalar (TMO) ve standart hataları (SH)

Faktörler	n	Protein, %			Laktoz, %			Tuzlar (mineraller), %		
		TMO	SH	P-değeri	TMO	SH	P-değeri	TMO	SH	P-değeri
Bölge				0.463			0.692			0.522
Batı Sahili	55	3.31	0.05		4.93	0.08		0.76	0.01	
Aşağı Nehir	51	3.33	0.07		4.96	0.11		0.75	0.02	
Orta Nehir - Güney	36	3.31	0.07		4.96	0.10		0.75	0.02	
Orta Nehir - Kuzey	58	3.37	0.06		5.01	0.09		0.76	0.01	
Yukarı Nehir	31	3.25	0.07		4.86	0.11		0.74	0.02	
İneğin yaşı				0.019			0.077			0.029
≤ 5 yaş	27	3.30 ^{a,b}	0.07		4.92	0.12		0.75 ^{a,b}	0.02	
6 yaş	42	3.24 ^a	0.06		4.84	0.09		0.73 ^{a,c}	0.01	
7 yaş	61	3.42 ^b	0.05		5.08	0.08		0.78 ^b	0.01	
8 yaş	48	3.37 ^{b,c}	0.05		5.03	0.09		0.75 ^{b,c}	0.01	
9 yaş	16	3.22 ^{a,c}	0.08		4.82	0.13		0.73 ^{a,c}	0.02	
≥ 10 yaş	37	3.33 ^{a,b}	0.06		4.98	0.10		0.77 ^{a,b}	0.02	
Paketlenmiş hücre hacmi				0.206			0.203			0.245
≤ 20	16	3.19	0.09		4.76	0.14		0.72	0.02	
21 - 25	80	3.34	0.05		4.98	0.08		0.75	0.01	
26 - 30	90	3.35	0.05		4.98	0.07		0.76	0.01	
≥ 31	45	3.38	0.05		5.07	0.09		0.77	0.01	
Kıl örtüsü rengi				0.113			0.072			0.294
Koyu kahverengi	104	3.33	0.04		4.98	0.07		0.76	0.01	
Açık kahverengi	68	3.39	0.05		5.06	0.08		0.76	0.01	
Siyah	16	3.29	0.08		4.91	0.13		0.75	0.02	
Alaca	43	3.25	0.06		4.83	0.09		0.74	0.01	
İneğin günlük sağımlık sayısı				0.732			0.857			0.667
Bir kez	119	3.30	0.04		4.94	0.07		0.75	0.01	
İki kez	112	3.32	0.06		4.95	0.09		0.76	0.02	
Besleme şekli				0.304			0.719			0.105
Takviye yok	177	3.26	0.03		4.90	0.05		0.74	0.01	
Kısmi yem takviyesi	37	3.34	0.06		4.94	0.09		0.77	0.01	
Yem takviyesi	17	3.34	0.10		5.00	0.16		0.76	0.02	
Örnek alınan mevsim				0.687			0.434			0.903
Yağmurlu (Haziran - Ekim)	109	3.30	0.05		4.92	0.08		0.75	0.01	
Erken kurak (Kasım - Mart)	122	3.32	0.05		4.98	0.07		0.75	0.01	
Genel ortalama	231	3.31	0.04		4.95	0.07		0.75	0.01	

^{a,b,c} Her faktör içinde aynı sütunda farklı harfler taşıyan ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir (P < 0.05)

Tablo 4.32. N'Dama inek sütünde etkileyen potansiyel faktörlere göre yoğunluk, elektrik iletkenliği ve donma noktası için tahminlenen marjinal ortalamalar (TMO) ve standart hataları (SH)

Faktörler	n	Yoğunluk, kg/m ³			Elektrik iletkenliği, mS/cm			n	Donma noktası, °C		
		TMO	SH	P-değeri	TMO	SH	P-değeri		TMO	SH	P-değeri
Bölge				0.420			0.004				0.521
Batı Sahili	55	1030.88	0.42		3.83 ^a	0.09		55	-0.603	0.012	
Aşağı Nehir	51	1030.61	0.58		3.38 ^b	0.12		49	-0.592	0.017	
Orta Nehir - Güney	36	1030.91	0.53		3.48 ^b	0.11		36	-0.600	0.015	
Orta Nehir - Kuzey	58	1031.17	0.45		3.72 ^a	0.10		57	-0.613	0.013	
Yukarı Nehir	31	1030.09	0.57		3.42 ^b	0.12		31	-0.586	0.016	
İneğin yaşı				0.007			0.781				0.044
≤ 5 yaş	27	1031.01 ^{a,b}	0.59		3.63	0.12		27	-0.594 ^{a,b}	0.017	
6 yaş	42	1029.86 ^a	0.46		3.55	0.10		42	-0.582 ^{a,c}	0.013	
7 yaş	61	1031.49 ^b	0.42		3.48	0.09		60	-0.621 ^b	0.012	
8 yaş	48	1031.24 ^{b,c}	0.44		3.53	0.09		46	-0.603 ^{b,c}	0.013	
9 yaş	16	1029.94 ^{a,c}	0.65		3.60	0.14		16	-0.581 ^{a,c}	0.019	
≥ 10 yaş	37	1030.85 ^{a,b}	0.50		3.60	0.11		37	-0.612 ^{a,b}	0.014	
Paketlenmiş hücre hacmi				0.043			0.176				0.315
≤ 20	16	1029.81 ^a	0.69		3.74	0.15		16	-0.574	0.020	
21 - 25	80	1030.57 ^a	0.42		3.53	0.09		78	-0.602	0.012	
26 - 30	90	1030.81 ^a	0.37		3.57	0.08		89	-0.605	0.010	
≥ 31	45	1031.74 ^b	0.44		3.42	0.09		45	-0.613	0.012	
Kıl örtüsü rengi				0.677			0.240				0.176
Koyu kahverengi	104	1030.57	0.35		3.52	0.07		102	-0.601	0.010	
Açık kahverengi	68	1030.92	0.41		3.48	0.09		67	-0.615	0.012	
Siyah	16	1030.96	0.65		3.59	0.14		16	-0.592	0.018	
Alaca	43	1030.48	0.46		3.67	0.10		43	-0.588	0.013	
İneğin günlük sağım sayısı				0.409			0.002				0.723
Bir kez	119	1030.93	0.35		3.72 ^a	0.08		117	-0.596	0.010	
İki kez	112	1030.54	0.48		3.41 ^b	0.10		111	-0.601	0.014	
Besleme şekli				0.932			0.072				0.138
Takviye yok	177	1030.71	0.25		3.71	0.05		175	-0.583	0.007	
Kısmi yem takviyesi	37	1030.59	0.46		3.66	0.10		36	-0.607	0.013	
Yem takviyesi	17	1030.91	0.80		3.33	0.17		17	-0.606	0.023	
Örnek alınan mevsim				0.289			0.527				0.616
Yağmurlu (Haziran - Ekim)	109	1030.94	0.42		3.59	0.09		108	-0.596	0.012	
Erken kurak (Kasım - Mart)	122	1030.53	0.38		3.54	0.08		120	-0.601	0.011	
Genel ortalama	231	1030.73	0.35		3.57	0.07		228	-0.599	0.010	

^{a,b,c} Her faktör içinde aynı sütunda farklı harfler taşıyan ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir (P < 0.05)

4.4.3 Süt bileşenleri ve fiziksel özellikleri üzerinde muhtemel etkileri olan faktörlere genel bakış

Tablo 4.33'te görüldüğü gibi, incelenen süt bileşenlerinin ve fiziksel özelliklerinin her birini etkileyen faktörlerin sayısında farklılıklar bulunmaktadır. İneğin yaşı, en yaygın olarak tanımlanan faktör olup üç süt bileşenini (yağsız kuru madde, protein ve tuzlar) ve iki fiziksel özelliği (yoğunluk ve donma noktası) etkilediği belirlenmiştir. Mevsim yağ oranını etkilerken, kuru madde oranını etkileyebilecek potansiyel bir faktör olduğu görülmüştür. PHH sütün yoğunluğunu, bölge ve günlük sağım sayısı ise elektrik iletkenliğini önemli düzeyde etkilemiştir. Kıl örtüsü rengi, herhangi bir bileşen veya fiziksel özellik için istatistiki olarak önemli bulunmasa da ($P > 0.05$), üç süt bileşenini (kuru madde, yağ ve laktoz) potansiyel olarak etkileyebilecek bir faktör ($0.05 < P < 0.10$) olduğu görülmüştür. Besleme şekli de, iki bileşeni (kuru madde ve yağ) ve bir fiziksel özelliği (iletkenlik) etkileyebilecek potansiyel bir faktör olarak belirlenmiştir.

Tablo 4.33. İncelenen süt bileşenleri ve fiziksel özelliklerini etkileyen ana ve potansiyel faktörlere genel bakış

Süt bileşenleri ve fiziksel özellikleri	Ana faktörler ^a	Potansiyel faktörler ^b
Kuru madde, %	-	Kıl örtüsü rengi, besleme şekli, mevsim
Yağ, %	Mevsim	Kıl örtüsü rengi, besleme şekli
Yağsız kuru madde, %	İneğin yaşı	-
Protein, %	İneğin yaşı	-
Laktoz, %	-	İneğin yaşı, kıl örtüsü rengi
Tuzlar, %	İneğin yaşı	-
Yoğunluk, kg/m ³	İneğin yaşı, PHH	-
Elektrik iletkenliği, mS/cm	Bölge, günlük sağım sayısı	Besleme şekli
Donma noktası, °C	İneğin yaşı	-

^a P değeri < 0.05 olan istatistiki olarak önemli faktörler.

^b P değeri 0.05 ila 0.10 arasında olan potansiyel ancak istatistiki olarak önemli olmayan faktörler.

4.4.4 İncelenen süt parametreleri arasındaki korelasyonlar

Tablo 4.34, Pearson korelasyon katsayılarına dayalı olarak, bu çalışmada incelenen dokuz süt parametresi arasındaki ilişkileri göstermektedir. Ele alınan altı süt bileşeni arasında önemli ($P < 0.01$) ve orta veya yüksek düzeyde pozitif korelasyonlar belirlenmiştir. Donma noktası, pozitif ilişkili olduğu ($P < 0.01$) iletkenlik hariç diğer yedi parametrenin tümü ile negatif ilişkili ($P < 0.01$) bulunmuştur. Benzer şekilde elektrik iletkenliği, altı süt bileşeninin tümü ile negatif ilişkiliydi ($P < 0.01$). Yoğunluk, yağ hariç tüm süt bileşenleriyle pozitif ilişkili ($P < 0.01$) bulunmuştur.

Tablo 4.34. N'Dama inek sütü parametreleri arasındaki Pearson korelasyonları

Parametreler	KM (%)	Yağ (%)	YKM (%)	Protein (%)	Laktoz (%)	Tuzlar (%)	Yoğunluk (kg/m ³)	Eİ (mS/cm)	DN (°C)
KM (%)	1.0								
Yağ (%)	0.985**	1.0							
YKM (%)	0.807**	0.692**	1.0						
Protein (%)	0.807**	0.693**	0.993**	1.0					
Laktoz (%)	0.761**	0.649**	0.955**	0.948**	1.0				
Tuzlar (%)	0.809**	0.731**	0.875**	0.869**	0.834**	1.0			
Yoğunluk (kg/m ³)	0.175**	0.014	0.676**	0.666**	0.655**	0.483**	1.0		
Eİ (mS/cm)	-0.301**	-0.272**	-0.326**	-0.338**	-0.327**	-0.321**	-0.117	1.0	
DN (°C)	-0.897**	-0.806**	-0.973**	-0.967**	-0.915**	-0.996**	-0.473**	0.322**	1.0

** Korelasyon 0.01 düzeyinde önemlidir (2-kuyruklu).

KM= Kuru madde, YKM= Yağısız kuru madde, Eİ= Elektrik iletkenliği, DN= Donma noktası

5. TARTIŞMA

5.1 Sistematik Derleme ve Meta-analiz

5.1.1 Gambiya'da AHT üzerindeki çalışmalar hakkında kaynakça

Sekiz önemli kaynakçayla ilgili veri tabanının sistematik ve titiz bir şekilde araştırılmasıyla, bu çalışmada, incelenen konuyla ilgili tüm uygun yayınların bulunmasına çaba gösterilmiştir. Nihai olarak dahil edilen makalelerin referans bölümleri incelendiğinde, herhangi bir belirlenmemiş uygun yayına rastlanmamıştır. Yayın veri tabanlarında yapılan bu titiz araştırma süreci birçok tekrarlanan kayıt bulmakla sonuçlanmış olsa da, bu durum uygun çalışmaları dışarıda bırakma ihtimalini azaltmıştır. Bu çalışma, arama terimlerini ve bunların nasıl bir araya getirildiğini belirterek, kaynakçayla ilgili birçok veri tabanının taranmasına ve tekrarlanan kayıtların elenmesine nasıl yaklaşılabileceğine katkı sağlamaktadır. Sistematik derlemelerde sonuçların tekrarlanabilirliği ve objektif yorumlanması için, kaynakçayla ilgili söz konusu veri tabanlarının uygun şekilde araştırılması ve kullanılan stratejilerin bildirilmesi önemle vurgulanmıştır (Israel and Richter, 2011; Liberati et al., 2009; Moher et al., 2009; Toews, 2017).

Bu çalışmada gri literatürün dahil edilmesinden de yararlanılmıştır. Duyarlılık analizinde kullanıldığı gibi bu tür bir yaklaşım (Bkz. Tablo 4.1), tripanosomozis prevalansındaki eğilimi daha iyi değerlendirmeyi ve ayrıca yayın yanlılığını (publication bias) belirli bir dereceye kadar çözmeyi sağlamıştır. Veterinerlik konularındaki sistematik derlemelerin PRISMA kontrol listesi ile ne kadar uyumlu olduğu ile ilgili olarak (Toews, 2017), gri literatürlerin dahil edilmesinin önemi tartışılmıştır. Hastalık izleme (sürveyans) raporlarının her zaman hakemli makaleler olarak yayınlanmayabileceği ve ayrıca ödeme duvarı (paywall) olan yayınlara sınırlı erişim sağlanabileceği gelişmekte olan ülkelerde, araştırmacıların, güvenilir gri literatürleri dahil ederek çiftlik hayvanları hastalıkları üzerine sistematik derlemelerden elde edilen geçerliliği ve kanıtları iyileştirmeleri gerekecektir.

5.1.2 Analiz edilen veriler

Bu çalışmada kullanılan veriler, çoğunlukla, International Trypanotolerance Centre (ITC) bünyesinde gerçekleştirilen epidemiyolojik araştırmalardan kaynaklanmıştır. Bu nedenle, incelenen çalışmalar çoğunlukla, ITC'nin sığır sürülerinin ve AHT izleme istasyonlarının bulunduğu üç ilçe üzerinde yoğunlaşmıştır.

Doğal olarak enfekte olmuş hayvanlarda prevalansı tahmin etmek için bir veri kaynağı olmanın yanı sıra, bu epidemiyolojik araştırmalar ve ilgili veri tabanı, AHT'nin aşağıdakilerle etkileşimi açısından da anlaşılmasına izin vermiştir:

- (a) Besleme ve canlı ağırlık değişiklikleri (Agyemang et al., 1990b);
- (b) Geleneksel yönetim sistemi altında süt üretimi (Agyemang et al., 1990a);
- (c) Gebelik ve laktasyon açısından ineklerin fizyolojik durumu (Agyemang et al., 1991b);
- (d) Doğum sonrası canlı ağırlık değişimi ve üreme etkinliği (Agyemang et al., 1993); ve
- (e) Sağlık ve verim parametreleri (Dwinger et al., 1994a).

Bu arada, tripanosomozis prevalansını anlama amaçlı bir veri tabanının, çalışma yerlerinin günlük sıcaklık, bağıl nem ve yağış durumlarını da entegre etmesi gerekir. AHT'nin kontrolü ve ortadan kaldırılmasına yönelik ilerlemenin daha iyi anlaşılması ve tutarlı bir şekilde değerlendirilmesi için verilerin güvenilir bir şekilde depolanabileceği, alınabileceği ve çıkarım yapılabileceği bir bilgi havuzuna duyulan ihtiyaca böylelikle işaret edilmektedir.

5.1.3 Heterojenliğin ele alınması

Bu çalışmada kullanılan rastgele etkiler modeline dayalı olarak Q istatistiği, belirli durumlarda önemliydi ($P < 0.05$), ancak bu, heterojenlik (I^2) değerleri makul düzeyde olduğu için çalışmaların birleştirilmesi ihtimalini engellememektedir. Saha koşullarında doğal tripanosomozis enfeksiyonunun karmaşık özelliklerinden kaynaklanabilecek bu tür bir durum, daha çok,

birleştirilmiş sonuçların biraz heterojen olduğunu ve sabit etkiler modeliyle analiz edilemeyeceğini ima etmektedir. Bu arada, çalışmalar arasındaki heterojenlik ölçütü olarak sadece Q istatistiğinin kullanılması, gücünün çalışma sayısına bağlı olması ve dolayısıyla güvenilir bir heterojenlik ölçütü olmaması nedeniyle eleştirilmiştir (Higgins and Thompson, 2002). Bu gözlem bu çalışmada da doğrulanmıştır.

Aynı tripanosom teşhis yönteminin kullanılması gibi benzerliklere sahip sonuçları birleştirerek havuzlanmış prevalans elde edilmiştir. Bu yaklaşım, teşhis yöntemine bakılmaksızın tüm çalışmalar birleştirildiğinde elde edilen yüksek değere ($I^2 = \%79.5$) kıyasla orta heterojenlik ($I^2 = \%55$) vermiştir (Bkz. Tablo 4.1). Bu nedenle meta-analistler, mevcut çalışmaların uygunluğunu dikkatlice değerlendirmeli ve farklı sonuçları olanları birleştirmeye karşı öncülük etmelidir (Israel and Richter, 2011). Heterojenliğin yüksek olduğu durumlarda, çalışmaları ortak yönleri dayalı olarak alt gruplara ayırmaya ihtiyaç vardır (Barendregt et al., 2013). Bu çalışmada meta-analiz ve orman grafiği yapmak için kullanılan Excel şablonu (Neyeloff et al., 2012), klasik yazılım kadar tatmin edici idi. Bu nedenle, klasik meta-analiz yazılımlarının kolay erişilebilir veya uygun maliyetli olmadığı durumlarda bir alternatif olarak önerilebilir.

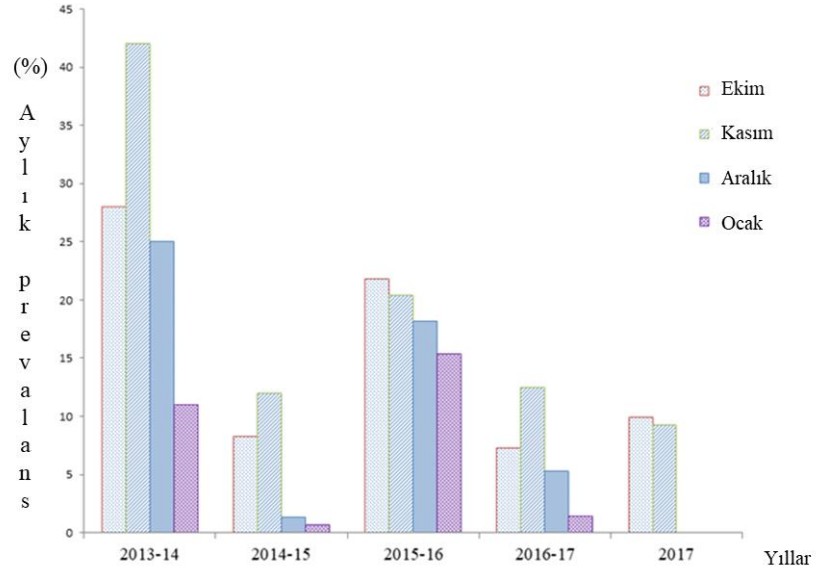
5.1.4 Sığırlarda AHT prevalansı ve yorumlanması

Gambiya sığır, koyun ve keçilerinde tripanosomozis prevalansını tahmin etmek amacıyla, sistematik derleme ve meta-analiz için PRISMA raporlama kılavuzlarına mümkün olduğunca uyulmuştur. Ayrıca ilgili literatürleri aramak ve dahil etmek için titiz prosedürler uygulanmıştır.

Gambiya'da saha koşullarında doğal AHT enfeksiyonu hakkında az araştırma ve yayın olduğu ortaya çıkmıştır. Rapor edilen verilerin çoğu, ITC'nin aylık AHT izleme çalışmasına ilişkin veri tabanından çıkmıştır ve bu konudaki mevcut literatür, Gambiya'da ruminantların çoğunlukla yetiştirildiği beş demografik bölgeden üçünü (Batı Sahili, Aşağı Nehir ve Orta Nehir) kapsamaktadır.

Bu çalışmada elde edilen %5.2 (%95 GA: 4.0 – 6.4) düzeyindeki havuzlanmış prevalans, Murray et al. (1977) tarafından tanımlanan BCT yöntemine dayalı olarak Gambiya'daki N'Dama sığırlarında tahminlenen tripanosomozis prevalansı olarak yorumlanmalıdır. BCT yöntemi, tripanosom teşhisi için spesifik olmasına rağmen, PZR ile karşılaştırıldığında nispeten düşük duyarlılığa sahiptir (Desquesnes, 2017; Gall et al., 2004). Tüm uygun çalışmalarda N'Dama sığırlarının yer alması, bu ırkın Gambiya'da sahada doğal yetiştirme sistemi altında en yaygın ırk olduğunu işaret etmektedir. Bu gerçek, N'Dama ırkı popülasyonunun ülkedeki toplam sığır varlığının %97'si olarak tahmin edildiği Gambiya'daki en son hayvancılık sayımıyla (MoA, 2016) teyit edilmektedir. Bu ırkın çok yaygın olma nedeni, tripanosomozis enfeksiyonuna bazı yerli zebu sığır ırklarından çok daha dayanıklı olmasıdır. N'Dama ırkının verimliliğini artırmak için daha fazla araştırma, kurumsal ve politik desteğe duyulan ihtiyaç vurgulanmış durumdadır (Olaniyan, 2015; Olaniyan and Orunmuyi, 2017).

Agyemang et al. (1993) tarafından Niamina East ilçesi için hayvan düzeyinde %38 olarak bildirilen prevalans, ülkedeki prevalansın konuma ve mevsimlere göre değişebileceğinin bir göstergesidir. Aynı ilçe için 2013 yılında elde edilen veriler de (Bkz. Şekil 5.1) erken kurak mevsimde yüksek prevalansı göstermektedir. Daha önce belirtildiği gibi (Bkz. Tablo 4.2 ve Şekil 4.3), Niamina East ilçesinde 2016 yılından itibaren prevalansta bir düşüş gözlenmesine rağmen (Bkz. Şekil 4.3), yılda yıla ulusal tripanosomozis prevalans düzeyinin gerçek eğilimini tespit etmek zordu. Bir bölgedeki tripanosomozis prevalansındaki değişikliğin muhtemel nedenleri arasında, çече-hayvan temas biçimindeki varyasyon (Snow et al., 1996), artan insan yerleşimi, tarla tarımı, iklim değişikliği, çalı yangını, ormansızlaşma yoluyla çече ekolojik habitatlarında azalma (ITC, 2011), arazi kullanım düzenlemelerinde, çiftçilik modellerinde ve çiftçilerin sosyo-kültürel uygulamalarında değişiklikler sayılabilir. Bu arada, bu belirtilen faktörlerin AHT prevalansını gerçekte nasıl değiştirdiği sistematik olarak araştırılmalıdır.



Veri kaynağı: ITC (2013, 2014, 2015, 2016, 2017); Aralık 2017 için sıfır prevalans

Şekil 5.1. Niamina East ilçesinde erken kurak mevsim aylarında ITC/WALIC sığır sürüleri arasında aylık tripanosomozis prevalansı eğilimi.

Burada incelenen dönemde (1980 - 2018), saha koşullarında doğal tripanosomozis enfeksiyonu konusunda sığırlarda ($n = 14$) koyun ve keçilere ($n = 2$) kıyasla daha fazla yayın vardı. Benzer bir durum Nijerya için Odeniran and Ademola (2018) tarafından bildirilmiştir. Bu arada, Gambiya'daki bu gözlemin nedenlerinden biri, ilk çalışmaların, özellikle zebu (*Bos indicus*) ve melezlerine kıyasla N'Dama (*B. taurus*) sığırındaki tripanosomozise tolerans özelliklerini anlamak amacıyla, sığırlar üzerine odaklanmış olmasıdır. Başka bir bakış açısıyla, çalılıklarda sığır gütmeye geleneksel sistemi ve koyun ve keçilere kıyasla vücut büyüklüklerinin daha fazla olması, sığırlarda daha çok AHT problemine neden olabilir ve bu durum AHT riskinin sığırlarda neden daha fazla araştırılması gerektiğini açıklayabilir.

Sistematik arama sırasında bulunan deneysel çalışmalara ilişkin hakemli yayınların sayısı, doğal enfeksiyonlara ilişkin olanlara kıyasla hem koyun-keçilerde (15'e karşı 2 çalışma) hem sığırlarda (9'a karşı 7 çalışma) daha fazlaydı. Geleneksel hayvancılık sisteminde verileri kontrol etme, izleme ve istikrarlı bir şekilde kaydetme yeteneğinin sınırlı olması, saha koşullarında doğal enfeksiyon üzerine neden az sayıda çalışma olduğunu muhtemelen açıklamaktadır. Mesela, kurak mevsimde özellikle sığır yetiştiricilerinin transhumans veya mevsimlik

göçü, tripanosomozis prevalansının sürveyansını karmaşıklştırabilir (Wacher et al., 1993). Ayrıca, ekstansif koşullarda yetiştirilen hayvanların çoğu, veri toplamayı ve sağlık parametrelerinin izlenmesini kolaylaştırmak için ne yazık ki genellikle numaralanmamaktadır. Nijerya'daki Jos Platosu ile ilgili olarak Majekodunmi et al. (2013), pastoral bir sistem altında yetiştirilen sığırlarda AHT epidemiyolojisinin anlaşılmasının, çiftçilerin hayvancılık uygulamaları tarafından karmaşıklştırıldığını gözlemiştir.

Bu çalışmada sığırlar için tahmin edilen %5.2 (%95 GA: 4.0 – 6.4) düzeyindeki tripanosomozis havuzlanmış prevalansı nispeten düşüktür, çünkü tripanosom teşhis yöntemi olarak yaygın şekilde kullanılan BCT çok hassas değildir ve ayrıca ülkedeki saha yetiştirme şartları altında çoğunlukla hayatta kalan N'Dama sığır ırkı AHT'ye dayanıklıdır. Öte yandan bu değer, ülkede AHT tehdidinin devam ettiğini ve hastalığın göz ardı edilmemesi gerektiğini ifade etmektedir. Bu hastalığın boyutunu sistematik olarak belirlemek ve ayrıca yenilikçi bir şekilde kontrol ve eliminasyon stratejileri geliştirmek amacıyla saha şartlarında ruminant yetiştiriciliği sistemi altında AHT'nin düzenli sürveyansı için hala önemli düzeyde çaba ve kaynağa ihtiyaç vardır.

Genel prevalansı tahmin etmeye çalışılan diğer bakış açıları (Bkz. Tablo 4.1 ve Tablo 4.2), özellikle tripanosom teşhis yöntemlerine ve çalışmaların konumlarına dikkat edilmeden tüm çalışmaların birleştirildiği duruma göre daha iyi sonuçlar yansıtıyor gibi görünmektedir. Meta-analizde anlamlı bir birleştirilebilirlik için prevalans sonuçlarını ayırtıran bu yaklaşım, aksi takdirde gizli kalabilecek bazı nüansları ayırt etmeye ve tanımlamaya da yardımcı olmuştur. Bu nedenle, tripanosom teşhis yöntemleri, gözlem yılı, hayvanların yaşı ve çalışma konumlarının, bir bölgedeki gerçek tripanosomozis prevalansının tahminini etkileyen faktörler olarak düşünülmesi önerilmektedir. Hayvanların cinsiyeti, fizyolojik durumu, sürü kompozisyonu ve yılın mevsimleri de dikkate alınması gereken diğer önemli faktörlerdir.

5.2 Anket Çalışması

5.2.1 Çalışma katılımcılarının özellikleri

Ankete katılanların üçte ikisinden fazlası sığır sahipleriydi, çünkü çobanların çoğu belirli bir sürüde uzun süre kalmamaktadır ve çobanlık genellikle sürü sahipleri ve çobanlar arasında belirli bir süre boyunca karşılıklı sözleşme anlaşmasına dayanmaktadır. Bu arada, bu çalışmada sürülerini düzenli olarak takip ettiği bilinen sığır sahipleri bilgili olup sürülerindeki veterinerlik ve diğer uygulamalar hakkında gerekli bilgileri de verebilmiştir.

Gambiya'daki tüm büyük etnik gruplar bu çalışmada temsil edilmiştir. Bu beş etnik gruptan ikisi olan Fula ve Mandinka (Bkz. Tablo 4.3) toplam katılımcıların %92'sini oluşturmuştur, çünkü incelenen bu ülkede sığır yetiştiriciliği veya hayvancılık çoğunlukla Fula ve daha az ölçüde Mandinka etnik grupları tarafından yapılmaktadır. Ayrıca bu iki ana grup, çoğunlukla bu araştırmanın yapıldığı yerlerde ikamet eden gruplardır.

Burada gözlenen katılımcıların etnik grubunun frekans dağılımı, Ejlersen et al. (2012) tarafından üç Gambiya ilçesinde (Kiang West, Niamina East ve Nianjia) 0 ila 10 baş sığıra sahip hanehalkları için bildirilene biraz benzerdir, ancak mevcut bu ankette ortalama olarak bu sayıdan daha fazla sığıra sahip bazı sürüler gözlenmiştir. Bu farklılık, iki çalışmanın yapıldığı dönemlerdeki (yıllar) ve kapsanan yerlerdeki (bu çalışmada kapsanan on ilçeye karşılık Ejlersen et al. (2012) tarafından yapılanda üç ilçe) farklılıklardan kaynaklanabilir.

Bu ankette kadın katılımcılardan çok daha fazla erkekle karşılaşmıştır. Bunun nedeni, bu ülkede (Olaniyan, 2017) ve Afrika'nın birçok yerinde büyük ruminantların (sığırlar) mülkiyetinin çoğunlukla erkeklerde, süt işleme ve pazarlamasının ise büyük ölçüde kadınların sorumluluğunda olmasıdır. Benzer gözlem, Houessou et al. (2019) tarafından Benin Cumhuriyeti'nde rapor edilmiştir. Bu arada, kadınlar sığır sahibi olabilir, ancak Gambiya ve Batı Afrika'nın diğer bölgelerindeki agropastoral sistem altında bu tür hayvanları nadiren güderler.

Bu ankete katılanların çoğu 19-65 yaş aralığında idi. Bu yaş grubu, Gambiya'nın diğer ekonomik sektörlerindeki çalışan sınıfını da göstermektedir. 65 yaşın üzerindeki insanlar sığır sahibi olabilir ve aynı zamanda agropastoralistler olarak bitkisel ürün yetiştirebilir, ancak sığır gütmelerine nadiren rastlanır. Bu arada, Somda et al. (2006) tarafından yapılan bu ülkedeki Tobit modelleme çalışması, bir çiftçinin yaşındaki %1'lik artışın, o kişinin tripanosidal ilaçlar ve hayvanın üstüne dökülen ilaçlar gibi veteriner girdilerine olan talebini sırasıyla yaklaşık %3.7 ve %1.2 oranında azaltma eğiliminde olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte, gelecekteki çalışmalarda, tripanosomozis tehdidi ve agropastoralizm kapsamında yaşlı çiftçilerin ineklerini daha iyi yönetip yönetemeyecekleri ve böylece daha fazla ve daha güvenli süt üretimi sağlayıp sağlayamayacaklarını bilmek ilginç olacaktır.

5.2.2 İnekleri yetiştirme amaçları

Bu çalışmada açıkça görüldüğü gibi çeçe kaynaklı tripanosomozisin bilinen tehdidine rağmen, inekleri süt tüketimi ve satışı için yetiştirmek, katılımcılar tarafından belirtilen temel hedefler arasındadır. Bununla birlikte, bu hedefler ile sürüyle bağlantı durumu arasında istatistiki bir ilişki yoktu ($P > 0.05$), çünkü gerek sürü sahibi gerek çoban bu temel üründen doğrudan yararlanmaktadır. Çoğu durumda, çobanlar hizmetleri için sığır sahiplerinden maaş almazlar, bunun yerine kendi hanehalkının tükettiği günlük toplanan süte sahip olurlar ve ayrıca diğer ihtiyaçları karşılamaya yönelik nakit elde etmek için satabilirler. İnekleri çeki gücü amacıyla bulundurmaya atfedilen değerler, karşılaşılan etnik gruplar arasında önemli düzeyde farklıydı ($P < 0.05$), ancak Cramer'in V katsayısı (0.276) ile gösterilen birliktelik gücü orta düzeydeydi. Bu farklılık, her etnik grubun bitkisel üretime katılımının derecesine istinaden birincil çiftçilik niteliğinden kaynaklanmakta olup Mandinka ve Wolof etnik grupları daha çok yerleşik agropastoralistlerdir.

Görüşmeler, çoğunlukla yer fıstığı yetiştiren Wolofların, diğer etnik gruplara göre inekleri çeki hayvanı olarak daha çok kullanmalarıyla bilindiğini ortaya koymuştur. İnekler, küçük ölçekli agropastoralistler için ekonomik olduğu ve kadınlar ve çocuklar tarafından kolaylıkla idare edilebildiği için çeki gücü

amaçlı kullanılıyor görünmektedir. Ayrıca, çeki hayvanları olarak iyi beslendiklerinde daha fazla süt üretebildikleri için çiftçiler inekleri çeki gücü amaçlı kullanabilir, bu da onlar için çifte avantajdır. Çiftçiler ayrıca geleneksel olarak, çeki gücü amaçlı kullanılan ineklerin çok güçlü buzağılar üreteceğine inanmaktadır (Lamin Camara, 2021, kişisel görüşme). Bu arada, çiftçilerin tarımsal mekanizasyon için çeki hayvanları olarak atları ve eşekleri sığırlara tercih ettikleri daha önce bildirilmiştir (Bennison et al., 1997). İneklerin gübre ve çeki gücü amaçlı yetiştirilmesi, bu ankete katılanlar arasında en yaygın çiftçilik şekli olan agropastoralizm ile ilişkilendirilebilir.

İneklerin damızlık amaçlı yetiştirilmesi bakımından oranlar, katılımcılar arasında sürüyle bağlantı durumlarına göre istatistiki olarak farklılık göstermedi ($P > 0.05$). Etnik gruba göre, damızlık amaçlı yetiştirme bakımından gözlenen önemli farklılık, çeşitli etnik grupların ineklere yüklediği farklı değerlerden kaynaklanmaktadır, ancak herhangi bir grubun inekleri damızlık amaçlı yetiştirmeye önem vermediği anlamına gelmemektedir. Öteki etnik gruplara kıyasla “diğerleri” grubundaki (Wolof, Jola ve Sarahule) bu bakımdan yüksek oran (Bkz. Tablo 4.4), bu gruptaki düşük örnek hacminden kaynaklanıyor olabilir. İtibar; Wangoola et al. (2019) tarafından Uganda'nın Lango alt bölgesinde ve Houessou et al. (2019) tarafından Benin Cumhuriyeti'nin belirli yerlerinde gözlemlendiği gibi, bu çalışmada incelenen gruplar tarafından da ana amaçlar arasında nispeten daha az bahsedilmiştir. “Diğerleri” grubunda amaçlardan biri olarak itibarın hiç bildirilmemiş olması, bu tür etnik gruplardan katılımcıların sınırlı temsilinden kaynaklanmış olabilir. Görüşülen kişiler tarafından itibar vurgulanmamış olsa da, ineklerin bir sigorta aracı olduğu iyi bilinmektedir.

5.2.3 AHT hakkında bilgi

Katılımcıların AHT'nin ana vektörü olarak çeçe sinekleri hakkındaki bilgisi ve bu çalışmada da görüldüğü gibi hastalığın enfekte ineklerde sağlıksız kıl örtüsü, göz ve burun akıntısı, aşırı zayıflama vb. klinik belirtileri olduğu bilgisi, laktasyondaki inekler ve çeki öküzleri gibi sığır kategorilerinde bu hastalık için yaygın olarak bildirilenlere (Seyoum et al., 2013) benzemektedir. Ancak, burada da gösterildiği üzere halsizlik, ağırlık kaybı, anemi gibi bu belirtilerden bazıları,

theileriosis ve anaplasmosis gibi diğer hastalıklardan etkilenen ineklerde gözlenebilmektedir. Hem tripanosom enfeksiyonu hem kene enfestasyonu için ortak bir belirti olan anemi, katılımcıların %1.3'ünün keneyi bir AHT vektörü olarak belirtmesinin nedeni olabilir, ancak halen kene yoğunluğunun tripanosomozise neden olabileceğine dair bir kanıt yoktur. Bu arada, katılımcıların %1.3'ü tarafından bahsedilen at sineği ve ayrıca ahır sineği, *T. vivax* ve *T. evansi* gibi tripanosomları mekanik olarak iletebilir, ancak Gambiya'da böyle bir kanıt bilimsel literatürlerde daha önce bildirilmemiştir.

Ankete katılanların yaklaşık yarısının ineklerini vektör ısırmasını önlemek için bireysel bir uygulama yapmamasının nedeni, meslektaşlarının genellikle kullandığı dumanlama yöntemi ve insektisit dökmek gibi herhangi bir önleyici uygulamadan haberdar olmamaları veya vektörlerin belirli önlemlerle kontrol edilebileceğine inanmamaları olabilir. Ayrıca, yetiştirdikleri N'Dama sığır ırkının tripanosomozise toleranslı olmasıyla da bağlantılı olabilir. Enfekte N'Dama sığırlarının AHT'den kurtulma doğal yeteneği farklı bağlamlarda yazılı olarak desteklenmiştir (Murray et al., 1982; Olaniyan, 2015; Traoré et al., 2018) ve AHT endemik ülkelerdeki agropastoralistler için bu ırkın önemi inkâr edilemez.

Üç defadan fazla buzağılayan yaşlı inekler, AHT'ye en duyarlı inek kategorisi olarak belirtilmiştir. Burada incelenen Sudano-savan agropastoral sistemi altında bu tür ineklerin ortalama yaşı, ilk buzağılama yaşı yaklaşık olarak dört olduğu için en az yedi yaş ve üzeri olacaktır. Zimbabwe (Torr et al., 2007), Burkina Faso (Dayo et al., 2010) ve Kenya'da (Saini et al., 2017) yaşlı hayvanların AHT'ye karşı farklı duyarlılıkları gözlenmiştir. Bu çalışmadan, ülkedeki en yaygın sığırcılık şekli nedeniyle yaşlı ineklerin AHT'ye daha duyarlı olduğu söylenebilir. Zira bu sistemde genç sığırlar genellikle sahiplerinin çiftliğine yakın tutulurken, daha yaşlıların gün boyunca, çeçe sinekleri tarafından ısırılmaya daha yatkın oldukları doğal meralarda veya açık ormanlarda otlamasına izin verilir. Ayrıca, laktasyonla ilişkili nispeten daha yüksek fizyolojik strese bağlı olabilir. Zira normal şartlar altında, başarılı buzağılama geçmişleri olan yaşlı inekler genç olanlardan daha fazla süt üretir ve inekler yaşlandıkça AHT'ye dayanma veya direnme yetenekleri zayıflayabilir.

Yönetim şekilleri ve sürü kompozisyonu gibi yatkınlaştırıcı faktörler çiftlik temelinde farklılık gösterdiğinden ve ayrıca doğal otlatma şartlarında yıllık AHT prevalansı her zaman sabit olmadığından, inek başına yılda sabit bir tedavi sayısı yok gibi görünmektedir. Çalışma alanlarında AHT'nin ana vektörü olan çeçe sineklerinin dağılımını ve popülasyonunu belirleyen iklim faktörleri de yıllık olarak genellikle değişmektedir.

AHT ile enfekte laktasyondaki ineklerin tedavisi için çoğunlukla hayvan sağlığı personeli aracılığıyla uygulanan tripanosidal ilaçların kullanımına güven, katılımcıların gerekli arınma süresine ilişkin sınırlı anlayışı ile birleştiğinde, hayvanlarda ilaç direnci yönünde bir etkiye sahiptir ve eğer konu ilgili taraflarca yeterince ele alınmazsa gıda güvenliğini tehlikeye atabilir. Burkina Faso, Zambiya ve Etiyopya'nın sığır sahibi bazı topluluklarında, ilaç direncinin gelişmesi konusunda endişeler hâlihazırda gözlenmiş durumdadır (Holt et al., 2016). İneklerini tripanosidal ilaçlarla tedavi eden veya diğer AHT kontrol önlemlerini kullanan agropastoralistler tarafından üretilen süt kalitesini değerlendiren çalışmalar yapılmalıdır. Laktasyondaki inekleri AHT için veteriner ilaçlarıyla tedavi edildikten sonra katılımcıların genellikle riayet ettikleri ilaç arınma süresi, bu çalışmada kolayca belirlenememiştir. Öte yandan, süt için sabit bir ilaç arınma süresi yoktur, çünkü bu daha çok tripanosidal ilacın tipine ve dolayısıyla üreticilerinin tavsiyelerine bağlıdır.

AHT'nin laktasyondaki inekler üzerinde algılanan etkileri ile ilgili olarak, neredeyse tüm katılımcılar tarafından sütün azalmasından bahsedilmiştir. Bu gözlem ayrıca, bu ülkede Agyemang et al. (1990a) tarafından yapılan önceki epidemiyolojik çalışmayı desteklemektedir. Bu arada, ankete katılanların %64'ü AHT'den şüphelenilen inekleri sağmamaktadır ve bu kritik zamanda inekler tarafından üretilen az miktardaki süt genellikle yalnızca buzağılar için bırakılmakta olup insan tüketimi için kullanılmamaktadır. Bazı çiftçilerin bu inanç ve uygulaması, tamamen gıda güvenliği düşüncesine yönelik değil, daha çok, anaları hasta olduğu dönemlerde buzağının hayatta kalmasını sağlamaya yöneliktir, zira bu sistemde süt ikame yemleri kullanılmamaktadır.

Washabaugh et al. (2019), Gambiya'daki bazı çobanlar ve süt satıcıları tarafından genellikle tüketilen çiğ sütün patojenik Enterobakteriler ve görünür yabancı maddeler içerdiğini belirtmiştir. AHT ile enfekte ineklerden elde edilen sütün insanlar tarafından tüketiminin sağlık riskleri ile ilgili herhangi bir çalışmaya halen rastlamadık, bu nedenle gelecekteki araştırmalarda bu açıdan inceleme önem arz etmektedir. Bu çalışmadaki katılımcılar tarafından belirtildiği gibi, AHT'nin kontaminasyon, sulanma ve süt rengi değişikliği şeklindeki diğer etkileri yönünde bilgiler aydınlatıcıdır. Bu arada, AHT dışındaki diğer faktörler de bu etkilerden sorumlu olabilir ve bu nedenle, gelecekteki çalışmada bu bulguları doğrulamak için ampirik veri toplama düşünülmektedir.

Bu arada, AHT'nin hem laktasyondaki inekler hem süt üretimi üzerindeki etkilerini anlamada mevsim laktasyon döneminden daha tutarlı görünmektedir (Bkz. Tablo 4.5 ve Tablo 4.6). Bu kavrama önemlidir ve bu konuyla ilgili daha sonraki çalışmalar için arka plan bilgisi olarak hizmet edecektir. Gerçek saha verilerinin toplanmasını içermesi gereken bu tür bir araştırmanın sonucu, özellikle AHT'nin süt üretimi ile etkileşimi bakımından, nihayetinde yetiştiricilerin sürülerini daha iyi idare etmelerine ve yönlendirilmiş kararlar almalarına yardımcı olacaktır.

5.2.4 Uygulamalar ve politika için çalışmanın sonuçları

Bu çalışma, incelenen ülkenin (Gambiya) büyük bir bölümünü kapsamıştır ve katılımcıların %96'sından fazlası (Bkz. Tablo 4.3), tarla bitkileri tarımı yapan ve aynı zamanda hayvan yetiştiren agropastoralistler olduklarını belirtmiştir. Hayvan olarak sığırlarla yapılan agropastoralizm Gambiya'nın neredeyse tamamı boyunca ana faaliyetlerden biri olarak uzun zamandır tanınmakta ve literatürde bildirilmektedir; mesela Sumberg (1992) ve Snow et al. (1996). Bu durum, bu özel tarım sisteminin bugüne kadar gıda sistemi ve katılımcıların geçim kaynakları için hem önemli hem uygulanabilir bir seçenek olduğunu ve ülkenin araştırma programlarında, tarımsal kalkınmada ve politikalarında böyle tanınmayı hak ettiğini göstermektedir.

Amaçlı örnekleme ve toplam katılımcı sayısı (157) bu çalışmanın tasarımı ve yorumlanmasında potansiyel sınırlamalar olarak kabul edilebilir. Bu arada, ülkede hedeflenen katılımcılar için gerekli veri tabanının bulunmaması nedeniyle alternatif rastgele örnekleme mümkün değildi. Ayrıca, Batı Afrika için örnek bir durum olarak incelenen Gambiya küçük bir ülkedir ve burada kapsanan çok sayıda bölge (6 bölgeden 5'i) ve ilçe (10 ilçe) hedeflenen popülasyonu temsil ediyor görünmektedir.

Genel olarak, bu çalışma, süt, çeki gücü ve diğer amaçlar için sığır yetiştiren agropastoralistlerin veterinerlik ve yetiştiricilik bilgilerini ve uygulamalarını iyileştirmeyi amaçlayan projeler ve politikalar için aşağıdaki çıkarımlara sahiptir. Çiftçiler, tabiatında var olan birçok faktöre dayalı olarak kararlar almakta ve uygulamaları benimsemektedir. Agropastoral sistem içinde AHT'yi kontrol etmeyi ve süt üretimini artırmayı amaçlayan girişimlerin, çiftçilerin yüksek oranda dahil olması gereken paydaş danışması (katılımcı tasarım) yoluyla bu faktörleri belirlemesi ve keşfetmesi gerekmektedir. Çiftçilerin görüşleri farklıdır ancak bu onların karar alma süreçlerine ve yayım faaliyetlerine katılımlarını engellememelidir. Ulusal düzeyde eş zamanlı olarak çeçe kaynaklı AHT'yi kontrol etme (veya ortadan kaldırma) ve süt üretimini artırma isteğinde, bu çalışmada ortaya çıkarıldığı gibi agropastoralistlerin oynayacağı birçok rol vardır. Bu nedenle, bunu etkinleştirme politikasının bu rolleri geliştirmek üzere formüle edilmesi gerekmektedir. Bu arada, gelecekteki bir çalışma, sıkı AHT eliminasyon programlarının ekosistemi, özellikle de çeçe sineklerinin çoğunlukla bulunduğu mera, orman ve nehir alanlarındaki ekosistemi nasıl etkileyeceğini değerlendirmelidir.

5.3 Kan Örneklerinin Mikroskopi ve Moleküler Analizi

5.3.1 Kan analizi için örnek alınan hayvanlar

Örnek alınan hayvanların ırklara göre dağılımı (Bkz. Tablo 4.7), Gambiya'daki en son ulusal hayvan sayımında sığırlar için bildirilenlere bir ölçüde benzemektedir (MoA, 2016). Ayrıca, örnek alınan hayvanların cinsiyet ve yaş gruplarına göre dağılımı da (özellikle 1 yaşından büyük hayvanlar için), en son

ulusal hayvan sayımında belirtilenlere biraz benzemektedir (MoA, 2016). Bu, araştırmadaki örneklemin ulusal düzeyde sürü yapısını temsil ettiğini ifade etmektedir.

Erkek hayvanlardan daha fazla dişi hayvanlarla karşılaşılmış ve bu nedenle daha fazla dişiden örnek alınmıştır (Bkz. Tablo 4.8 ve Tablo 4.9). Bu gözlem, Gambiya'daki sürü kompozisyonunu tasvir etmekte olup, beklendiği gibi, daha fazla dişi hayvan genellikle damızlık olarak tutulmakta ve erkekler farklı yaşlarda süttten kesildikten sonra çeşitli amaçlar için ayıklanmaktadır. Bu amaçlar, çoğunlukla, et için besi ve kesimi, daha az ölçüde ise ailenin maddi ihtiyaçlarının karşılanması için satışı, evlilik için erkek tarafının kız tarafına vermesini ve kurban bayramı ve kültürel bayramları içermektedir. Yaşlı erkek yetişkinler, yaşlı dişi yetişkinlere kıyasla çok fazla değildi çünkü çiftçiler genellikle bir veya iki olgun boğayı bir sürüde tutmaktadır. Bu boğalar genellikle damızlık amaçlı ayrılırken diğerleri ayıklanmaktadır. Bazı çok iyi erkekler saklanıp çeki amaçlı öküz olarak kullanılabilir.

Kıl örtüsü rengi (Bkz. Tablo 4.9) ulusal sürüyü temsil ediyor görünmektedir, ancak alaca hayvanlar arasında farklılık gösteren her bir kıl örtüsü renginin boyutunun açıklığa kavuşturulması gerekmektedir. Tek renk kıl örtüsü olan hayvanlar alaca sığırlara göre daha fazlaydı, ancak çiftçiler veya çobanlar tarafından belirli bir kıl örtüsü renginin tercih edilip edilmediği bu çalışma kapsamında incelenmemiştir. Ancak gelecekte böyle bir inceleme uygun olacaktır. Gambiya'da N'Dama sığırlarının fenotipik karakterizasyonu henüz yapılmamıştır ve bu, N'Dama'nın çeşitlilik ve adaptasyon potansiyellerinin daha iyi anlaşılmasını sağlamak için şiddetle tavsiye edilir. Bu arada, bu çalışmada bildirilen bazı kıl örtüsü renkleri, çeşitli Batı ve Orta Afrika ülkelerinde de N'Dama ile ilgili olarak bildirilmiştir (ILRI, 2011).

5.3.2 Parazitemi, tripanosom prevalansı ve enfeksiyon tipi

Parazitemi puanı ile ilgili olarak, örneklerin toplandığı konuma dayalı belirgin bir eğilim yoktu. Parazitemi puanının, belirli bir bölgedeki parazitlerin yoğunluğunun yanı sıra konak (sığır) ve vektör (çeçe sineği) sayısına ilişkin

birçok faktöre bağılı olarak değişmesi beklenmektedir. Agyemang et al. (1993) tarafından izlenen ineklerde, *T. brucei*, *T. congolense* ve *T. vivax* için aylık ortalama puan sırasıyla 2.3, 2.8 ve 2.9 olarak bildirilmiştir. Bu arada, tez kapsamında yayınlanan makalede (Olaniyan et al., 2021), Gambiya'da sığırlar üzerinde yapılan çalışmalarda paraziteminin sıklıkla rapor edilmediği ve bu bakımdan önceki çalışmalarla çok fazla karşılaştırma yapılamayacağı belirtilmiştir.

Mikroskopi ile teşhis edilen tripanosom türleri ile ilgili olarak, bu çalışmada *T. vivax* ve *T. congolense* hemen hemen aynı oranda bulunmuştur. Değişik oranlarda olsalar da, bunlar Gambiya'daki önceki çalışmalarda bahsedilen en yaygın iki tripanosom türüdür. Bu ülkenin ötesinde, Isaac et al. (2016), Nijerya'nın kuzey kesimindeki iki konuma ilişkin moleküler bir çalışmasına dayanarak, *T. congolense* Savannah ve *T. vivax*'ın AHT ile ilgili önemli iki ana tripanosom türü olduğunu vurgulamıştır.

Bu çalışmada BCT ile teşhis edilen *T. congolense*'nin alt türlerini açık olarak belirtmek mümkün olmamıştır. Bunun nedeni, tripanosomların alt türlerinin morfolojik olarak ayırt edilememesi ve ayrıca bu çalışmada PZR sonuçlarının ikna edici olmamasıdır. Ancak, bu çalışmadaki konumların agroekolojik koşulları ile Isaac et al. (2016) tarafından incelenenlerin koşullarının biraz benzer olduğunu düşünürsek, teşhis edilen *T. congolense*'nin daha çok Savannah alt türü olma ihtimali yüksektir. Bununla birlikte, bu çalışmada olduğu gibi birçok bölgeden örnek toplamayı amaçlayan gelecekteki bir çalışma için, *T. congolense*'nin moleküler bir yöntemle, hâlihazırda tanımlanmış alt türlerine (Savannah, Kilifi ve Forest) sınıflandırılması önerilir.

T. vivax için, literatür incelemesi, coğrafi kökene göre bu tripanosom türünün üç kadar alt türü (veya suşları/izolatları) olduğunu göstermektedir. Bunlar Doğu Afrika, Batı Afrika ve Güney Amerika alt türleridir (Cortez et al., 2006; Fasogbon et al., 1990; Osório et al., 2008). Gambiya'nın coğrafi konumu bakımından, bu çalışmada teşhis edilen *T. vivax*'ın çoğunun Batı Afrika alt türü olması beklenir. Bununla birlikte, özellikle Doğu Afrika alt türünün de bu ülkede teşhis edilme ihtimali vardır. Benzer şekilde; mekanik iletimi için vektörlerden

birinin (at sineği) bu ülkede daha önce bildirildiği göz önüne alındığında, ki bu tez raporunda da katılımcıların gözlemlerine dayanmakla beraber ayrıca bildirilmiştir (Bkz. Bölüm 4.2.3. AHT'nin varlığı, belirtileri ve vektörleri), Gambiya'da Güney Amerika alt türü mevcut olabilir. Bu arada, Fasogbon et al. (1990) Gambiya ve Nijerya'dan (Batı Afrika'da) ve Uganda'dan (Doğu Afrika'da) elde edilen stoklar/klonlar arasında yüksek düzeyde bir benzerlik olduğuna dikkat çekmiştir. *T. vivax*'ın küresel dağılımı ve doğal olarak enfekte olmuş evcil ve vahşi hayvanlarda prevalansı ile ilgili ayrıntılar hâlihazırda açıklanmış bulunmaktadır (Fetene et al., 2021). Bu arada, *T. congolense* için olduğu gibi, Gambiya'da *T. vivax*'ın alt türlerine göre sınıflandırılması ihtiyacı gayet açıktır.

Bu çalışmada teşhis edilen iki tripanosom türünün dağılımı ile ilgili olarak bazı varyasyonlar gözlenebilir ve bu nedenle bu konudaki önceki literatür doğrultusunda tartışılmıştır. Mesela, Agyemang et al. (1993) ve Dwinger et al. (1994b) tarafından Niamina East ilçesinde (Tuba ve Sambelkunda köyleri) bildirilen yüksek *T. vivax* prevalansı, bu çalışmada (Tuba Demba Sama köyü) yağmurlu mevsim örnekleme ile daha da desteklenmiştir. Bu arada, bu çalışmada Nianiya ilçesinde (Nyanga Banta köyü) yüksek oranda *T. vivax* bulunmuştur, ancak bundan, önceki hiçbir raporda bahsedilmemiştir. Agyemang et al. (1993) ve Dwinger et al. (1994b) tarafından Kiang West ilçesinde (Keneba köyü) bildirilen yüksek *T. congolense* prevalansı, bu çalışmada da (Tankular köyü) kurak mevsim örnekleme ile doğrulanmıştır. Agyemang et al. (1993), incelenen yerlerde *T. vivax*, *T. congolense*, *T. brucei* ve karışık enfeksiyon için genel durumu sırasıyla %42, %37, %9 ve %12 olarak bildirmiştir. Diğer yandan, benzer şekilde Djallonke koyunları ve Batı Afrika Cüce (West African Dwarf) keçilerinde, Gambiya'da AHT için hem orta (Bansang south) hem yüksek (Niamina East) riskli yerlerde *T. vivax* en yaygın bulunmuş, ardından *T. congolense* ve çok az *T. brucei* enfeksiyonları rapor edilmiştir (Osaer et al., 1999).

Burada teşhis edilen tüm enfeksiyonlar tekli idi, ancak üç tripanosomu içeren karışık enfeksiyon, BCT (Agyemang et al., 1993) ve PZR'ye (Duffy et al., 2009) dayalı olarak daha önce rapor edilmiştir. Bu çalışma sadece iki mevsime (yağmurlu 2019 ve erken kurak 2019-2020) odaklanırken, Agyemang et al. (1993) tarafından yapılan çalışma, 1985 yılında başlayan ve belirli çalışma alanlarında en

az 4 yıl süren epidemiyolojik araştırmalardan elde edilen bir veri tabanına dayanmaktadır. Kan teşhis yöntemi aynı (BCT) olmasına rağmen, iki çalışma arasındaki uzun aralık, çalışma/gözlem uzunluğu ve kapsanan alanlardaki farklılık da bildirilen enfeksiyon tipi bakımından elde edilen sonuçlardaki farklılıklara katkıda bulunmuş olabilir. Ayrıca, parazitlerin mikroskopi ile görüntülenmesi bir ölçüde öznel ve tabii iki çalışmada farklı olan kullanıcılara bağlıdır. Bu çalışmada olduğu gibi, Duffy et al. (2009) tarafından yapılan çalışmada kan örneklemesi rastgele idi, ancak o çalışmada kullanılan teşhis yöntemi PZR'nin nispeten daha yüksek duyarlılığı yukarıda bahsedilen farkı açıklayabilir. Bununla birlikte, önceki çalışmalarda bildirildiği gibi BCT'ye dayalı olarak Gambiya'daki sığırlar arasında en çok bildirilen karma enfeksiyon şekli *T. congolense* ve *T. vivax* idi (Olaniyan et al., 2021).

Mikroskopiye dayalı olarak, bu çalışmada *T. brucei*'ye rastlanmamıştır, ancak daha önce Gambiya'da sığırlar üzerinde yapılan bazı çalışmalarda (Agyemang et al., 1993; Dwinger et al., 1994b) düşük prevalans ile olsa da bildirilmiştir. Bu arada, sığırlarda *T. brucei*'nin nispeten düşük prevalansı birçok bildirişle ortaya konmuştur (Bargul et al., 2016; Desquesnes, 2017; Giordani et al., 2016). Bu çalışmanın kapsadığı alan ve örnek büyüklüğü açısından büyük ölçeğine rağmen mevcut örneklerin hiçbirinde *T. brucei* bulunmaması, özellikle Gambiya ile ilgili adı geçen çalışmalar 25 yıldan daha uzun bir süre önce yapıldığından, durumun değiştiği anlamına gelebilir.

Bu arada, *T. brucei*'nin burada gözlendiği gibi sıfır prevalansı, özellikle AHT'ye daha duyarlı zebu ırklarında olmak üzere, başka yerlerde de rapor edilmiştir. Mesela, Terefe et al. (2015) Etiyopya'nın Güney Omo bölgesinde mikroskopiye dayalı olarak *T. brucei* için prevalansı kurak mevsimde sıfır, geç yağmurlu mevsimde %0.5 olarak bildirmiştir. Tanzanya'nın Serengeti Ulusal Parkı'nda, çok sayıda örneğin (6000'den fazla çeçe sineği) yine mikroskopi incelemesine dayanarak, Auty et al. (2012) iletilebilir *T. brucei* s.l. prevalansını hem *Glossina swynnertoni* hem *G. pallidipes*'te %0 olarak bulmuştur. Bununla birlikte, sıfır prevalans, PZR ile karşılaştırıldığında mikroskopinin düşük duyarlılığından kaynaklanmış olabilir. Ancak, Isaac et al. (2016), Nijerya'nın Nijer ve Bauchi Eyaletlerinden *G. palpalis palpalis*, *G. tachinoides* ve

G. morsitans submorsitans'taki tripanosom türlerinin çeşitliliğini belirlemek için geleneksel bir PZR kullanarak bile, *Trypanozoon* alt cinsinden herhangi bir tripanosom (*T. brucei* alt türleri ve *T. evansi*) bildirmemiştir.

Bu araştırmada incelenen, altı hayvancılık bölgesinden beşindeki 36 sürüden alınmış toplam 921 sığır kanı örneği, kapsanan coğrafi boyut ve örnek alınan çeşitli sığır popülasyonları göz önüne alındığında biraz büyük görünmektedir. Gelecekte daha büyük bir örnek hacmi düşünölmeye değer olsa da, mikroskopinin zaman alıcı olması ve kullanıcıların becerilerine bağılı olması bu seçeneğı daha az tercih edilir yapmaktadır. Daha duyarlı olan alternatif bir yöntem (PZR), daha az miktarda örnek gerektirecektir, ancak bu teşhis aracı, BCT'den nispeten daha pahalıdır. Bununla birlikte, bu araştırmada PZR (hem gerçek zamanlı hem geleneksel) kullanılmıştır ve bu yöntemle ilgili zorluklar aşağıda tartışılmıştır (Bkz. Bölüm 5.3.4 ve 5.3.5).

5.3.3 Sığırlarda AHT için muhtemel risk faktörleri

Bu bölümde sunulan bilgiler, üç *Trypanosoma* türü için (*T. congolense*, *T. vivax* ve *T. brucei*) kan örneklerinin mikroskopi ile teşhisi sonuçlarına dayanmaktadır.

5.3.3.1 Örnek alınan konumlar (bölge, ilçe ve köy)

Bölgeler arasındaki dağılım ve prevalans farklılıklarına ilişkin gözlem, Gambiya'da AHT ile ilgili önceki çalışmaların meta-analizinde bildirilenlere benzerdir (Olaniyan et al., 2021). Mevcut sonuçlar, çeçe sineğinin (tripanosomozis vektörü) yoğunluğu ve dağılımı açısından, son araştırmalardan bu zamana kadar bu alanlarda çok fazla değişikliğin meydana gelmemiş olabileceğini göstermektedir, ancak bu gözlemi doğrulamak için gerçek saha verilerinin toplanması gereklidir.

Trypanosoma türleri dağılımı bakımından, yüksek çeçe sıkıntısı olan bölgede (mesela Orta Nehir Bölgesi) *T. congolense*'den daha fazla *T. vivax*

bulunmuştur. Bu gözlem, Osaer et al. (1999) tarafından bildirilen ile uyumludur. Bununla birlikte, incelenen bölgelerde *T. brucei* bulunmamıştır.

Daha önce yapılan bir çalışma (Claxton et al., 1992), Niamina East'deki Sambel Kunda'yı (Atlantik Okyanusu'ndan yaklaşık 200 km uzaklıkta) yüksek çeçe sıkıntısı alanı olarak ve Kiang West'deki Keneba'yı (Atlantik Okyanusu'ndan yaklaşık 80 km uzaklıkta) düşük çeçe sıkıntısı alanı olarak sınıflandırmıştır. Claxton et al. (1992) ile uyumlu olarak, bu çalışmadan, Niamina East'deki AHT sıkıntısının Kiang West'dekinden hala biraz daha fazla olduğu sonucu çıkarılabilir.

Agyemang et al. (1997) tarafından bildirildiği üzere, 1985 sonları ile 1991 arasında gerçekleştirilen epidemiyolojik araştırmalarda, 1986 – 1989 yılları içinde toplanan 22,081 kan örneğine dayalı olarak Kombo South ilçesindeki Gunjur (Atlantik Okyanusu'ndan yaklaşık 5 km uzaklıkta) için %0.36 düzeyinde bir prevalans tahmin edilmiştir. Bu çalışmada Kombo South için pozitif kan örneği teşhis edilmemiştir. Bu çok az fark, Agyemang et al. (1997) tarafından bildirilen çalışmada analiz edilen örnek sayısının daha fazla olmasından kaynaklanabilir. Bu ayrıca, çalışmaların yapıldığı yıllar boyunca demografik ve çevresel faktörlerdeki değişikliklerden de kaynaklanabilir. Bu arada, geriye kalan diğer beş ilçede (Nianiya, Sami, Kiang East, Kombo Central ve Sandu) tripanosomozis hakkında yayınlanmış bir literatür veya çalışma bulunamadığından, mevcut çalışma ile önceki durumun karşılaştırılması mümkün olamamıştır. Bu, söz konusu ilçelerde tripanosomozis konusunda çalışmaların muhtemelen daha önce yapılmadığı anlamına gelmektedir. Bu nedenle, gelecekteki çalışmaların bu ilçeleri, özellikle halen enfekte hayvanların bulunduğu Nianiya ve Kiang East ilçelerini kapsamaları önerilir.

Bu çalışmada, Keneba köyü yağmurlu mevsimde örneklenmiş ancak pozitif hayvan bulunmamıştır. Bununla birlikte, Agyemang et al. (1997), 20,212 kan örneğinin analizine dayalı olarak (1985 sonu ile 1989 arasında aylık örnekleme) Keneba'da %1.8 düzeyinde bir prevalans belirlemiştir. Ayrıca, ITC (2011), aynı köy ve çevresinde 1849 kan örneğine (2011'de iki ayda bir kan örnekleme) dayalı olarak hayvan düzeyinde %3.1 prevalans bildirmiştir. Söz konusu

alışmalar ve mevcut çalışma arasındaki farklılıklar, temel olarak, örnekleme için zaman dilimlerinin ve hayvanları seçme yöntemlerinin farklı olmasından kaynaklanıyor olabilir. Bu arada, mevcut çalışmada, Keneba ile aynı ilçede (Kiang West) bulunan başka bir köy olan Tankular'da pozitif örnekler belirlenmiş, ancak Tankular'da AHT prevalansı ile ilgili daha önceki bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmada pozitif hayvanların bulunduğu ancak bunlar ile ilgili daha önceki herhangi bir rapora rastlanmayan diğer köyler, Upper Fulladu West ilçesindeki Ndikiri Kunda, Kiang East ilçesindeki Kolior, Nianija ilçesindeki Nyanga Banta ve Sami ilçesindeki Dobo'dur.

Bu çalışmada pozitif hayvan belirlenmeyen 14 köy vardı. Bu arada, bu köylerden Keneba ve Misera dışındaki 12'si ile ilgili daha önceki herhangi bir rapora rastlanmamış ve bu nedenle söz konusu köyler için de karşılaştırma yapılamamıştır. AHT ile ilgili gelecekteki çalışmalarda, mevcut çalışmadaki tüm köylerden, özellikle pozitif hayvanların bulunduğu köylerden örnekleme yapılması önerilir.

5.3.3.2 rnek alınan mevsim

Bu çalışmada erken kurak mevsimdeki örneklemelere kıyasla yağmurlu mevsimde biraz daha yüksek olan tripanosomozis prevalansı, yağmurlu mevsimdeki yüksek oranda kene enfestasyonları ve i parazitlere bağlanabilir. Dwinger et al. (1994a) tarafından, strongiller ile enfeste hayvanların tripanosomozise karşı artan savunmasızlığı bildirilmiştir. Bu arada, en yaygın *Trypanosoma* türlerindeki mevsimlik varyasyon, ee dağılımı ve sığır popülasyonundaki mevsime bağlı değişimden, iklim unsurlarından ve örneklerin alındığı köyler arasındaki evre faktörleri bakımından farklılıklardan da kaynaklanabilir. Mesela, Dwinger et al. (1994a) kurak mevsimin sonunda (Nisan-Haziran) tripanosom prevalansında bir zirve gözlemiş, ancak *G. palpalis*'in tek ee türü olduğu köyde ve ayrıca kurak mevsimin ikinci yarısında (Ocak-Mayıs) mevsimlik gteki sığırın yerleşik sürülere katıldığı köylerde durumun böyle olmadığını bildirmiştir. Rawlings et al. (1991) tarafından, zirve tripanosom prevalansı bakımından, Kasım-Aralık (erken kurak mevsim) ve Mayıs-Haziran-

Temmuz (geç kurak mevsim-ilk yağmurlar) olmak üzere iki belirgin dönem bildirilmiştir.

Leperre et al. (1992) tarafından yapılan çalışmada, prevalansın Kasım veya Aralık (erken kurak mevsim) civarında zirveye ulaştığı ve ardından azalmaya başladığı bildirilmiştir. ITC/WALIC tarafından hazırlanan yıllık raporlardan (2013-2017) Niamina East ilçesindeki sürülerden aylık kan örnekleme üzerine verilerin derlenmesine dayalı olarak Olaniyan et al. (2021) tarafından bildirildiği gibi, en yüksek prevalans Ekim veya Kasım civarında idi. Bu mevcut çalışmadan farklı olarak, daha önce bahsedilen çalışmalar erken kurak mevsimde nispeten daha yüksek bir tripanosom prevalansı göstermiştir. Gözlemlerdeki farklılıklar, çalışma yıllarındaki ve örnekleme kapsamındaki farklılıklardan kaynaklanabilir. Bu arada, burada bildirilene benzer şekilde, Etiyopya'daki Mursi sığır ırkı ile ilgili olarak geç yağmurlu mevsimde nispeten daha yüksek bir tripanosom prevalansı bildirilmiştir (Terefe et al., 2015).

Bununla birlikte, Gambiya'daki önceki çalışmaların hiçbiri, özel olarak ilçeler veya bölgeler için yağmurlu veya kurak mevsimlere dayalı olarak prevalansı bildirmemiştir. Bu ülkede mevsim ve tripanosomozis arasındaki ilişki hakkında sınırlı literatür olduğu da söylenebilir ve bu nedenle, çiftçilerin önleyici tedbirler konusundaki kararlarını daha iyi hale getirmek için bu konuda daha fazla çalışma önerilir.

5.3.3.3 Besleme şekli ve mevsim

Örnek alınan 36 sürüden sadece ikisinde hayvanlara yem takviyesi, dokuzunda ise kısmi yem takviyesi yapıldığı belirlenmiştir. Bu, çiftçilerin çoğunun ne yağmurlu ne kurak mevsimde hayvanlarına ilave yem veya katkı vermediği anlamına gelen, "takviye yok" kategorisinde çok daha fazla sayıda hayvanın (632) bulunmasının nedenidir.

N'Dama ırkı, zebu ve melezlerle karşılaştırıldığında kene enfestasyonlarının seviyesini sınırlamak için arzu edilen doğal yeteneğe sahip olsa da (Mattioli et al., 1998), yine de sürü yönetim sistemine bağlı olarak kenelerin neden olduğu

hastalığa karşı hassastırlar. Bu çalışmanın sonucu, diğer hastalıklarla enfekte olması durumunda kısmi takviye yapılan veya hiç takviye yapılmayan sığırların tripanosomozise de daha duyarlı olabileceğini işaret etmiştir. Bu arada Pathak (2009) tarafından yapılan bir derlemede, iyi beslenmiş hayvanlarda tripanosomozisin etkisinin daha az şiddetli olduğu ve yemdeki yeterli düzeyde enerji, protein ve vitaminlerin enfekte hayvanların hastalığa karşı tolerans kabiliyetini artırabileceği belirtilmiştir.

5.3.3.4 Vücut kondisyonu ve mevsim

Bu kapsamda en yüksek prevalans oranı (%6.3; GA: 1.0 – 11.6) yağmurlu mevsimde zayıf hayvanlarda gözlenmiştir, çünkü çoğu hayvan yağmurlu mevsimde genellikle kene ile enfeste olur ve bu nedenle tripanosomozise karşı da savunmasızdır. Ayrıca, kurak mevsim örnekleme, hayvanların yağmurlu mevsimde kazandıkları ağırlığın çoğunu kaybetmemiş olabileceği ve bu nedenle AHT'ye çok duyarlı olmadığı ilk aylarda (Aralık-Ocak) yapılmıştır. Yüksek prevalans ayrıca, yağmurlu mevsimde kurak mevsime göre daha yaygın olan ve ağırlık kaybına yol açan iç parazitlerden (Leperre et al., 1992) kaynaklanabilir. Beslenmeyle ilgili problemlerin de hayvanları AHT'ye yatkın hale getirdiği görülmektedir ve bu gözlem sonraki çalışmalarda daha fazla incelenmeye değerdir. Benzer şekilde, orta ve yağlı kondisyona sahip hayvanlarda yağmurlu mevsimde düşük prevalansın nedenleri de gelecekteki çalışmalarda incelenmeye değerdir. Bu arada, Mursi sığır ırkı için de vücut kondisyon puanı zayıf olan hayvanlarda daha yüksek tripanosom prevalansı bildirilmiştir (Terefe et al., 2015).

5.3.3.5 Cinsiyet

Bu çalışmada erkek sığırlarda AHT prevalansı dişi sığırlara göre daha yüksek bulunmuştur. Bununla birlikte, Gambiya için, hayvanların cinsiyetine göre ayrı ayrı tripanosomozis prevalansı bildiren önceki bir literatüre rastlanmamıştır. Dolayısıyla bu mevcut çalışma, hayvanların cinsiyetine göre prevalansı karşılaştırmayı amaçlayan sonraki çalışmalar için bir temel teşkil etmektedir. Bu çalışmada gözlemlendiği gibi, Orenge et al. (2012) tarafından Kenya'da N'Dama'nın Boran ırkı ile melezlerine dayalı olarak elde edilen sonuçlar, dişilerin erkeklere

göre tripanosomozisi çok daha fazla tolere ettiğini göstermektedir. Terefe et al. (2015) tarafından Etiyopya'da yapılan çalışmada da, Mursi sığırlarında tripanosom prevalansının erkeklerde dişilere göre yaklaşık iki kat daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Erkeklerde daha yüksek tripanosomozis prevalansının makul bir nedeni olarak, diğer hayvanlarla karşılaştırıldığında yetişkin erkek sığırlarda çeçe sineği çekiciliğinin ve çeçe sineğinin kanla beslenme başarısının daha yüksek olması bildirilmektedir (Torr et al., 2006). Sürülerden sık sık uzaklaşmak ve ayrıca kızgınlık belirtileri gösteren dişileri aramak için yetişkin erkek sığırların dolaşması da onları çeçe ısırmasına daha fazla yatkın hale getirebilmektedir.

5.3.3.6 Genotip ve cinsiyet

Gobra sığır ırkından örnek alınan hayvanların hiçbirisi pozitif bulunmamıştır, ancak bu durum Gobra genotipinin bu hastalığa duyarlı olmadığı anlamına gelmemektedir. Gobra ırkında hiç pozitif hayvan belirlenmemesi, daha çok örnek hacminin küçük olmasından kaynaklanmaktadır ve bu hayvanlarla daha fazla karşılaşılıp örnekleme yapıldığında prevalansın daha yüksek olması beklenmektedir. Dişi $G \times N$ melezi için pozitif hayvan belirlenmemiş olması da, bu kategoride örnek alınan hayvan sayısının az olmasından kaynaklanabilir, ancak bu, dişi hayvanların duyarlı olmadığını ifade etmemektedir.

Her genotipte, pozitif hayvanların örnek alınan toplam hayvan sayısına oranına dayanarak, $G \times N$ melezindeki prevalansın N'Dama'ninkine benzer olduğu görülmektedir, ancak bu iki genotipte gerçek prevalansı belirlemek için PZR gibi daha hassas bir teşhis yöntemine ihtiyaç vardır. Yine, toplam sığır sayısı bakımından da $G \times N$ melezinde örnek sayısı azdı. Bu arada, N'Dama ırkı için prevalans verilerine yakından bakıldığında, erkeklerin hastalığa dişi hayvanlardan daha duyarlı olduğu görülmektedir. Bu da genotip dikkate alınmaksızın hayvanların cinsiyetine dayalı olarak AHT'ye duyarlılığı hakkında daha önce verilen bilgileri teyit etmektedir (Bkz. Bölüm 5.3.3.5).

N'Dama sığırlarının doğal saha koşullarında tripanosomozise karşı üstün dayanma yeteneği, Gambiya'da (Dwinger et al., 1992; Leperre and Claxton, 1994; Murray et al., 1982) ve Güney Mali'de (Traoré et al., 2018) açık olarak ortaya

konmuştur. Bu arada, burada bildirilenler gibi mevcut literatürler ve yazarın (tez sahibi) çiftçilerle ilgili deneyimi, $G \times N$ melezinin N'Dama ile karşılaştırıldığında daha az dirençli olduğunu göstermektedir.

5.3.3.7 Yaş grubu ve cinsiyet

Bir yaşını doldurmuş sığırlarda (1 ila 2 yaş) prevalansın ve dolayısıyla duyarlılığın nispeten daha yüksek olması, süttten kesim sonrası dönemle ilişkili çevresel ve beslenme sorunlarından kaynaklanıyor olabilir. Yaşlı yetişkin erkeklerde prevalansın yüksek olmasını destekleyici şekilde, Zimbabwe'de yapılan bir çalışmada (Torr et al., 2007), vücut boyutları nedeniyle daha büyük sığırların çeçe sineği tarafından ısırılma riskinin daha yüksek olduğu ve bu nedenle tripanosomozise daha duyarlı olduğu bildirilmiştir. Bu örnekleme çalışması sırasında buzağı-dana (0 ila 1 yaş) kategorisinde hayvanlara çok rastlanmamıştır, çünkü onlar daha yaşlı hayvanlarla genellikle bir arada tutulmayıp süt emdikten sonra yetiştiricilerin çiftliğine yakın alanlarda otlamak üzere sınırlandırılmaktadır. Çiftliğe yakın tutmak, bu sığır grubundaki nispeten düşük prevalansı açıklayabilir. Aynı zamanda bu yaş grubundaki sığırlar, annelerinin sütünü emerek tripanosomozise karşı belirli bir düzeyde bağışıklığa sahip olabilirler, ancak emmenin tripanosomozise karşı bağışıklık kazandırıp kazandırmadığı henüz belirlenmemiştir. AHT'ye dirençli olabilseler de, genç hayvanlar helmintlere karşı daha savunmasızdır (Dwinger et al., 1994a). Beklendiği gibi, bu araştırmada diğer sığır gruplarının herhangi birinden çok daha fazla sayıda yaşlı inek vardı. Agyemang et al. (1997) tarafından da, sürülerin çoğunlukla, nadiren ayıklanan yaşlı yetişkin dişilerden oluştuğu şeklinde benzer gözlem bildirilmiştir.

5.3.3.8 Paketlenmiş hücre hacmi

Hayvanların yaş grupları ile ilgili olarak, bu çalışmada olduğu gibi Dwinger et al. (1994a) tarafından da, bir yaşını doldurmuş sığırlarda (1 ila 2 yaş) nispeten düşük PHH değeri bildirilmiştir. Bu yaş grubu içinde nispeten yüksek AHT prevalansı bu gözlemin bir nedeni olabilir. Ayrıca, çoğu buzağı bu yaş civarında süttten kesilmektedir, bu durum, süttten kesim sonrası stresin ve yeni yetiştirme

koşullarına uyum sağlama sürecinin de bu hayvanlarda nispeten düşük PHH değerini açıklayabileceğini göstermektedir.

Burada her yaş grubu kategorisi için bildirilen ortalama PHH, Dwinger et al. (1994a) tarafından bildirilene benzerdir. Diğer yandan o çalışma, strongil yumurta sayısı ve tripanosom enfeksiyonlarının PHH üzerine interaksyonu konusunda olup buzağı-danalar ve bir yaşını doldurmuş sığırlar için istatistiki bir ilişki bulunmamıştır ($P > 0.05$). Bununla birlikte, aynı çalışmada, 2 ile 3 yaşındaki hayvanlar için önemli düzeyde negatif etki ($P < 0.05$) belirlenmiştir.

Mikroskopi ile teşhise dayalı olarak, negatif (enfekte olmayan) hayvanların ortalama PHH değeri, pozitif (enfekte) hayvanlardan daha yüksekti. Gambiya'da saha koşullarında yetiştirilen 2 ile 5 yaşındaki dişi N'Dama sığırlarında, özellikle enfeksiyon öncesi aydan ilk parazitemi ayna kadar PHH düzeylerindeki değişikliklere dayalı olarak aneminin derecesi hâlihazırda incelenmiştir (Agyemang et al., 1990b). Aynı makalede, enfeksiyon durumunun PHH'deki değişiklikler üzerinde istatistiki olarak önemli bir etkisi olduğu bildirilmiştir (enfekte olmayana kıyasla enfekte olanda daha fazla düşüş, $P < 0.001$). Ayrıca enfeksiyon durumu ile enfeksiyon mevsimi arasındaki interaksiyon önemli etkiye sahipti (geç kurak mevsimdeki enfeksiyonlar için PHH değerindeki düşüş, erken kurak mevsimdeki enfeksiyonlar için olandan daha büyüktü, $P = 0.07$). Bununla birlikte, beslenme durumu, fizyolojik durum, beslenme ve enfeksiyon durumu arasındaki interaksiyon ile beslenme durumu ve mevsim arasındaki interaksiyon gibi diğer faktörler açısından önemli fark bulmamışlardır. Bu arada, uzun vadede (tripanosom enfeksiyonunun ilk teşhisinden üç ve altı ay sonra), beslenme durumu (otlama artı yoğun yem grubunun ortalama PHH değeri sadece otlayan grubunkinden daha yüksekti, $P < 0.001$) ve enfeksiyon mevsimi (Kasım/Aralık 1985'te (erken kurak) enfekte olan sığırlarda ortalama PHH, Nisan 1986'da (geç kurak) enfekte olanlarınkinden daha yüksekti, $P < 0.05$) ile ilgili olarak önemli fark bildirilmiştir. Bununla birlikte, aynı çalışmada, incelenen sığırların fizyolojik durumu (gebelik/laktasyon veya boş/kuruda) itibarı ile PHH değerinde önemli bir farklılık olmadığı bulunmuştur.

Bu çalışmada negatif hayvanlar için belirlenen ortalama %27 PHH değeri (Bkz. Tablo 4.22), Dwinger et al. (1994a) tarafından tripanosomlar bakımından negatif olan ve aynı zamanda dışkıda strongil yumurta sayısı sıfır veya az olan hayvanlar için (buzağı-danalar ve genç yetişkinler) bildirilene benzerdir. Benzer şekilde, Terefe et al. (2015) tarafından güneybatı Etiyopya'daki Mursi sığır ırkında tripanosom prevalansının incelendiği çalışmada, pozitif hayvanlarda PHH değerinin ($\%20.4 \pm 1$) negatif hayvanlara kıyasla ($\%23.7 \pm 0.3$) daha düşük olduğu belirlenmiştir.

Gambiya'daki önceki çalışmalarda, hayvanları tripanosomlar için pozitif veya negatif olarak teşhis etmek için %20'den az PHH değeri çoğunlukla bir kıstas olarak kullanılmıştır (Olaniyan et al., 2021). Bu arada, bu çalışmada sunulan PHH değerleri göz önüne alındığında, PHH değeri $\leq \%25$ olan hayvanlardan, negatif olsa bile, tripanosomozis için şüphelenmek uygun olabilir. Belirtileri gösteren veya göstermeyen bu tür hayvanların, teşhis amacıyla kanlarının belirli aralıklarla alınması tavsiye edilir. Önemli olarak, halen WALIC tarafından AHT'den şüphelenmek ve bir hayvanı tedavi etmek için bir eşik olarak kullanılan $\leq \%20$ PHH değerinin burada sunulan verilere dayalı olarak revizyona ihtiyacı vardır. Zambiya'nın Doğu Bölgesinde yapılan bir araştırmada (Marcotty et al., 2008), sığırlarda tripanosom enfeksiyonlarının teşhisi için eşik olarak %26 PHH değeri kullanıldığında, sensitivite (duyarlılık) ve spesifisite (özgüllük) sırasıyla %76 ve %94 olarak bulunmuştur.

Aynı sürüde, PHH değeri %12 kadar düşük olan farklı cinsiyetten iki hayvanla (örnek alınan toplam hayvan sayısının %0.2'si) karşılaşıldı, ancak bunlar çalışmada incelenen üç *Trypanosoma* türü bakımından negatifti. Bu arada, stres ve yetersiz beslenme gibi diğer faktörlerle birlikte başka *Trypanosoma* türlerinin, özellikle *T. theileri*'nin varlığının şiddetli anemiye (çok düşük PHH) yol açabileceği belirtilmiştir (Jaimes-Dueñez et al., 2017). Gambiya'da *T. theileri* enfeksiyonlarının teşhis edildiği daha önce bildirilmiştir (Dwinger et al., 1994b) ve ilgili hayvanların bu tripanosom türü için pozitif olması mümkündür, ancak doğrulamak için daha fazla araştırma gerekmektedir. Bu hayvanların, kandaki (bu çalışmada incelenenler dışındaki *Trypanosoma* türleri) ve abomasumdaki (*Haemonchus contortus*) parazitlerin birleşik patojenik etkileri nedeniyle anemik

olmaları da mümkündür (Dwinger et al., 1994a; Kaufmann et al., 1992). Bu arada, aynı sürüden diğer hayvanların PHH değeri de nispeten düşüktü (ortalama PHH = %23).

Diğer yandan, bu çalışmanın kapsamı dışında olmasına rağmen, bu araştırma sırasında mikroskop altında (BCT) bazı kan örneklerinde mikrofilaremi (kanda mikrofilerlerin bulunması durumu) gözlenmiştir. Mikrofilarya bulunan sadece altı örnekteki ortalama PHH 27 ± 3.4 idi (aralık %21 - %30) ve bu tüm negatif hayvanlar için de bulunan ortalama değerdir. Ancak, örnek sayısının az olması nedeniyle (6 örnek = %0.7) mikrofilarya varlığının PHH üzerindeki etkileri değerlendirilememiştir. Her ne kadar 21 köyden beşinde (Kolior, Diabugu, Jallubeh, Njoreng ve Nyanga Banta) mikrofilarya bakımından pozitif olan altı hayvan (incelenen kan örneği başına maksimum üç) bulunsada, hepsi tripanosomlar bakımından negatifti. Ancak yine de, hayvan tripanosomlar için negatif olsa bile kandaki mikrofilarya varlığının PHH değerini nasıl etkileyebileceğinin gelecekteki bir çalışmada incelenmesi önerilir.

Bu çalışmada örnek alınan toplam hayvanın %0.5'ini temsil eden beş hayvan için %40'ın üzerinde PHH belirlenmiştir. Bu PHH değerleri yüksek olabilir, ancak hayvanlar için normal sınırlar (%25 ila 46) içindedir (Rockett and Bosted (2007)'ye atfen Jaimes-Dueñez et al. (2017)), ancak diğer yandan, bu araştırmanın saha çalışması sırasında yardımcı olan bazı hayvancılık teknisyenlerinin deneyimlerine göre kan örneği almak için zapt edilmesi esnasında hayvanın strese maruz kalmasından da kaynaklanmış olabilir. Burada her inek grubu için bildirilen ortalama PHH, Agyemang et al. (1991b) tarafından bildirilenlere benzerdir. Özellikle AHT ile ilgili olarak anemiden hızlı kurtulma konusunda, Agyemang et al. (1990b) doğru beslemenin çok dikkate alınması gerektiğini belirtmiştir.

5.3.3.9 Örnek alınan hayvanların kıl örtüsü rengi

Kahverengi ve gri alaca kıl örtüsü rengine sahip pozitif hayvanlara en çok erken kurak mevsimde üç köyde rastlanmıştır ve bunlar AHT'ye en duyarlı grup olarak görünmektedir. Bu örnekleme sırasında gri, kahverengi ve siyah alaca ve siyah, kahverengi ve gri alaca gibi diğer kıl örtüsü rengine sahip hayvanlarla da

karşılaşılmıştır, ancak kan örneklerinin mikroskop ile incelenmesine göre bunların hiçbirisi tripanosomlar için pozitif değildi. Gri kıl örtüsü renginin hayvanlarda sıcaklık stresini azalttığı düşünülmektedir, bununla birlikte, gri içeren alaca kıl örtüsü rengine sahip hayvanların çeçe ısırması için daha cazip ve dolayısıyla tripanosomozise daha duyarlı olup olmadığını gelecekteki çalışmalarda ortaya koymak ilginç olacaktır. N'Dama sığırlarının, kıl örtüsü rengine bağlı olarak tripanosomozise duyarlılığı ile ilgili herhangi bir literatür bulunmamıştır. Bu nedenle, burada sunulan verileri karşılaştıracak daha önceki bir çalışma yoktu, ancak N'Dama sığırlarının kahverengi kıl örtüsü renginin yüksek sıcaklığa toleransı artırma ihtimali vurgulanmıştır (Olaniyan and Orunmuyi, 2017).

Bu arada, da Silva et al. (2003) tarafından yapılan, Brezilya'daki Nelore ırkının deri ve kıl örtüsü renginin radyasyon (ışınım) özelliklerine dayanan çalışma, ortalama olarak koyu renkli kıl örtüsüne (mesela kırmızı) kıyasla açık renkli kıl örtüsünün (mesela gri) çok daha yüksek bir reflektansı (yansıtıcılığı) olduğunu göstermiştir. McManus et al. (2011), 300 ila 600 nm dalga boylarında, gri, kırmızı, kahverengi ve siyah deri için benzer reflektans seviyeleri gözlemiş ve Brezilya'da incelenen geleneksel ırklardaki deri ve kıl örtüsü özelliklerinin yeterince ayrımcı olmadığı sonucuna varmıştır. Anzures-Olvera et al. (2019), kuzeydoğu Meksika'nın sıcak ortamındaki ağırlıklı olarak siyah veya beyaz Holstein Friesian ineklerde, kıl örtüsü rengindeki farklılıklara göre, hematolojik değişkenlerde önemli değişimin ($P < 0.01$) yalnızca ortalama alyuvar (eritrosit) hacminde (kırmızı kan hücrelerinin ortalama boyutu) gözlemlendiğini, ancak vücut yüzey sıcaklığının değişmediğini bildirmiştir. Yukarıdaki bu tür önceki bilgiler göz önüne alındığında, N'Dama sığırlarının sekiz kadar farklı kıl örtüsü renginin AHT gibi hastalıklara yönelik nasıl potansiyel riskler olduğunu incelemek ilginç olacaktır.

5.3.3.10 Yaşlı yetişkin dişi sığırların fizyolojik durumu

Bu bölüm, en az bir defa buzağılanmış yaşlı yetişkin dişi sığırlar hakkındadır. Bu çalışmada, “laktasyonda ve gebe” hiçbir hayvana rastlanmamıştır, ancak başka bir çalışmada bazı inekler gözlenmiştir (Agyemang et al., 1991b). “Laktasyonda ve gebe” grubunda hiçbir hayvan yoktu, çünkü çobanlar/çiftçiler bir N'Dama

ineğinin buzağısı sütten kesilene kadar gebe kalmadığını belirlemiştir, ancak kan örnekleme sırasında gebelik teşhisi yapacak herhangi bir araç yoktu.

“Kuruda ve gebe değil” grubundaki ineklerde prevalansın diğer kategorilere göre daha yüksek olması (%2.6; GA: 0.0 – 6.2), Agyemang et al. (1991b) tarafından bildirilen, fizyolojik olarak en stresli grupta (laktasyonda ve gebe) ve daha sonra “laktasyonda ve gebe değil” grubunda daha yüksek prevalans bulgusu ile uyumlu değildir. Bu çalışmada fizyolojik olarak en az stresli grubun (kuruda ve gebe değil) en yüksek prevalansa sahip olmasının nedeni, bazı durumlarda çiftçilerin veya çobanların ineklerinin fizyolojik durumu hakkında bilmeden yanlış bilgi vermiş olmaları olabilir. Esasen, ilgili kategorilerden birine bir ineğin gebelik bakımından dahil edilmesi, herhangi bir bilimsel teşhis aracıyla değil, çiftçinin hayvanın geçmişine ilişkin gözlem ve bilgisine göre yapılmıştır. Diğer yandan, araştırmacının (tez sahibi) saha çalışmasından edindiği deneyime göre, diğer inek kategorilerine kıyasla “kuruda ve gebe değil” grubundaki ineklere nispeten daha az özen gösterilmektedir.

5.3.4 Moleküler teşhis hakkında tartışma

T. brucei dışında, gerek gerçek zamanlı gerek geleneksel PZR yöntemlerine dayalı *T. congolense* ve *T. vivax* teşhislerinin sonuçları ikna edici değildi. Bu iddia, daha az duyarlı bir yöntem olan mikroskopi ile pozitif bulunan bazı örneklerde, kullanılan iki PZR yöntemiyle tespit yapılamamasından kaynaklanmaktadır.

T. brucei pozitif kontrollerinin amplifikasyonunun muhtemel bir nedeni, bunun kültürlenmiş bir ortamdan kaynaklanmış olması idi, ancak bu tek faktör, klinik örneklerden ekstrakte edilmiş olan diğer hedeflenen *Trypanosoma* türlerinin (*T. congolense* ve *T. vivax*) neden amplifikasyonunun olmadığını açıklamak için yeterli değildir.

Mikroskopi (BCT) ile olduğu gibi, PZR ile de hiçbir örnek *T. brucei* için pozitif bulunmamıştır. Bu çalışmada mikroskopi aracılığıyla elde edilen ve PZR ile de doğrulanan kanıtlara dayalı olarak, Gambiya sığırlarında halen *T. brucei*

türü tripanosom olmadığı varsayılmaktadır. Daha önce belirtildiği gibi (Bkz. Bölüm 5.3.2), Gambiya'da 25 yıldan uzun bir süre önce yürütülen iki çalışmada BCT'ye dayalı olarak *T. brucei*'nin nispeten düşük prevalansı bildirilmiştir. Bu arada, bu çalışmada yakın zamanda kullanılan PZR yönteminin, 1 tripanosom/mL kana kadar teşhis kapasitesiyle genellikle BCT'den daha hassas olduğu düşünülmektedir (Desquesnes and Dávila, 2002). Bununla birlikte, "hassas" terimi, primerler ve örnek hazırlama gibi faktörlere bağlıdır (Batista et al., 2017; Gall et al., 2004; Pinchbeck et al., 2008).

Burada *T. brucei* için kullanılan geleneksel PZR tipi (GPI-PLC-PZR), *G. swynnertoni* ve *G. pallidipes* (Auty et al., 2012) gibi çeçe sineklerinin orta bağırsak ve tükürük bezlerinde gelişen ve Afrika tripanosomlarının bir alt cinsi olan *Trypanozoon*'a (Njiru et al., 2005) özeldir. Bu tez kapsamında yapılmış olan, 1980'den 2018'e kadar Gambiya'da AHT üzerine yapılan önceki çalışmaların sistematik derlemesine dayalı olarak (Olaniyan et al., 2021), bu iki çeçe sineği türünden hiçbiri daha önce Gambiya'da tanımlanmış görünmemektedir, bu da onların mevcut olmadığını veya henüz keşfedilmediğini işaret etmektedir. Bu çalışmada *T. brucei*'nin sıfır prevalansı için bir başka muhtemel açıklama, bu tripanosomun henüz keşfedilmemiş bir suşa mutasyona uğramış olabileceğidir, ancak bunun gelecekteki bir çalışmada ayrıca kanıtlanması gerekir.

Ayrıca *Trypanozoon* geniş bir alt cins olup, *T. brucei brucei* dışında *T. brucei gambiense*, *T. brucei rhodesiense* ve *T. evansi*'yi de içermektedir (Auty et al., 2015; Njiru et al., 2005; Picozzi et al., 2008; Richardson et al., 2017). Buradaki sıfır prevalans, bu türlerin Gambiya'da bulunmayabileceğini de işaret etmektedir, ancak bu konunun daha fazla incelenmesi gerekir.

Bu çalışmada, qPZR ve geleneksel PZR'ye dayalı olarak *T. congolense* ve *T. vivax* teşhisleri sonuçsuz kalmıştır. Bu iki *Trypanosoma* türü, morfolojik olarak birbirlerinden ve *T. brucei*'den farklı olmalarının yanı sıra, ribozomal genlerin dâhili kopyalanmış aralayıcı (internal transcribed spacer) bölgesi gibi genomlarının belirli bir kısmına göre de çok farklıdır (Adams et al., 2010; Gaithuma et al., 2019; Nakamura et al., 2021; Silbermayr et al., 2013). Bu arada, *T. congolense* ve *T. vivax* sırasıyla *Nannomonas* ve *Duttonella* alt cinsine aittir ve tıpkı mikroskopide olduğu gibi PZR yoluyla benzersiz olarak ayırt edilmeleri beklenmektedir.

5.3.5 *T. congolense* ve *T. vivax* ile ilgili PZR testlerinin gözlenen sonucuna ilişkin açıklama

Mevcut araştırmada bu iki *Trypanosoma* türünün (*T. congolense* ve *T. vivax*) DNA'sını ayırt edici şekilde tespit etme bakımından sınırlama için birkaç neden sorumlu olabilir. Bunlar şunları içermektedir:

5.3.5.1 Hedeflenen DNA'nın konsantrasyonu ve saflığı

“Nanodrop” yöntemi ile ölçüm sonucu (Bkz. Tablo 4.24), ekstrakte edilen örneklerin konsantrasyonunun değiştiğini göstermektedir. Birçok örneğin konsantrasyonu 15 ng/μL'nin üzerinde idi, ancak içlerindeki gerçek tripanosom DNA miktarını belirlemenin bir yolu yoktu. N'Dama sığırlarının AHT'ye karşı toleranslı olması dikkate alındığında, ekstrakte edilen örneklerde düşük konsantrasyonda tripanosom DNA'sı beklenebilir, ancak bunun PZR reaksiyonlarını etkilemesi veya sınırlaması beklenmemektedir.

Kullanılan ekstraksiyon kitinin tipi de hedeflenen DNA'nın konsantrasyonunu ve saflığını etkileyebilmektedir. Bu çalışmada hem TLR-8'in hem *Trypanosoma* türlerinin DNA'sını ekstrakte etmek için IndiSpin® Pathogen Kit (Bkz. Tablo 3.7) kullanılmıştır. Sonunda TLR-8'in iyi amplifikasyonu olduğu için (Bkz. Şekil 4.6), tripanosomların DNA'sının amplifikasyonunun olmaması, illaki ekstraksiyon kitinin yanlış seçimi veya kullanılmasından kaynaklanmayabilir. Bununla birlikte, ekstrakte edilen DNA'ların saflığını tespit etmek için bu konuyla ilgili daha fazla inceleme yapılması gereği duyulmuştur. Bu amaçla, konuyu açıklığa kavuşturmak için şirketle iletişim kurulmuştur. Sonunda, ilgili kişilerden biri bu konuda aşağıdaki cevabı vermiştir:

Original İngilizce cevap: “I can confirm that indeed the IndiSpin is appropriate for your targeted parasite's DNA. As long as the PCR is designed specifically for *Trypanosoma* spp. DNA, it is sensitive and then, the PCR should be positive. This is all dependent on the levels of the parasite in the blood samples of course. We do have a customer who is a reference lab in Southern France that also tests for this parasite for samples from Gambia. They use our other kit for the Kingfisher IndiMag Pathogen Kit which has the same chemistries.”

Yukarıdaki cevabın Türkçeye çevirisi: “IndiSpin'in gerçekten de hedeflenen parazitinizin DNA'sı için uygun olduğunu teyit edebilirim. PZR, spesifik olarak *Trypanosoma* türlerinin DNA'sı için tasarlandığı takdirde duyarlıdır ve akabinde PZR pozitif olmalıdır. Bu, elbette, kan örneklerindeki parazit seviyelerine bağlıdır. Güney Fransa'da, Gambiya'dan alınan örneklerde bu paraziti test eden bir referans laboratuvarı olan bir müşterimiz var. Aynı kimyasallara sahip diğer kitimiz IndiMag Patojen Kiti “Kingfisher” ile kullanıyorlar.”

Böyle bir teyide ve daha önce bildirilen TLR-8 amplifikasyonuna dayalı olarak, kullanılan ekstraksiyon kitinde bir sorun yok gibi görünmektedir.

5.3.5.2 PZR koşulları

PZR koşullarının optimizasyonu, özellikle ilk denatürasyon, denatürasyon ve tavlama için her aşamada uygun sıcaklık, süre ve döngü sayısının kullanılmasını içeren belirli şeylere dikkat etmeyi gerektirmektedir (Bkz. Tablo 3.12). Bu araştırmada kullanılan PZR primerleri, problemleri ve koşulları daha önce kullanılmış ve hakemli makalelerde rapor edilmiştir (Ahmed et al., 2013; Silbermayr et al., 2013), ancak özellikle incelenen ülkeler (belirtilen çalışmalarda Burkina Faso ve Uganda) farklı olduğundan, bizim durumumuz için mutlaka uygun olmayabilir. Nijerya'daki Wuya bölgesi ve Yankari Ulusal Parkı'ndan bazı çeçe sineği örneklerinde tripanosomları teşhis etmek için bir ITS PZR testi kullanan ve *T. congolense* Savannah ve *T. congolense* Forest için yaklaşık 700 bp'lık bir bant boyutu elde eden bir çalışma (Isaac et al., 2016) dikkate alındığında, alt tür düzeyinde tripanosomları daha fazla tanımlama ihtiyacı ortaya konmuştur.

Bu arada, Adams et al. (2010) daha önce, Afrika'daki çeşitliliği ve henüz tanımlanmamış bazı tripanosomları ciddi olarak inceleme ihtiyacını vurgulamıştır. Gambiya'da *Trypanosoma* türlerini uygun şekilde teşhis etmek için, tüm genom dizilimi bu nedenle çok önemlidir. Elde edilecek bu bilgi, morfolojik özelliklerine göre mikroskopi ile halen teşhis edilen tripanosomların uygun şekilde sınıflandırılmasına ve daha iyi ayırt edilmesine yardımcı olacaktır. Bu nedenle bu tür bilgiler; mevcut çalışmada özellikle *T. congolense* ve *T. vivax*'ı teşhis etmek için kullanılan primerler, Gambiya'da mevcut muhtemel alt türler için yeterince

duyarlı olmayabileceğinden, PZR yoluyla sığırlarda varlıklarını teşhis etmek için doğru primerlerin ve problemlerin seçilmesine yardımcı olacaktır.

Bu çalışma ile daha önce bahsedilen çalışmalar (Ahmed et al., 2013; Silbermayr et al., 2013) arasındaki farklardan biri termal döngüleyici (thermocycler) tipi idi. Muhtemel farklılıkları gidermek için termal gradyan testleri yapılmış, ancak nihayetinde ikna edici sonuçlar elde edilmemiştir. İlk olarak qPZR ve daha sonra geleneksel PZR kullanmanın nedenlerinden biri, önceki yöntemle (yani qPZR) elde edilen ikna edici olmayan sonuçları ikinci yöntemle (yani geleneksel PZR) çifte kontrol etmektir.

5.3.5.3 PZR ayıraçlarının (reaktiflerinin) konsantrasyonu

Bu bakımdan önemli olanlar, primer tamponun, dNTP'lerin, MgCl₂'nin ve polimerazın konsantrasyonudur. Bu arada, daha önce belirtilen ayıraçların bazı ana karışımları (mastermix) kullanılmıştır ve PZR ayıraçlarının konsantrasyonunun çok düşük veya yüksek olması muhtemel değildir. Ayrıca, tüm ayıraçlar muteber şirketlerden satın alınmış ve kullanımdan önce ve sonra her zaman uygun şartlarda saklanmıştır. Diğer yandan, bu çalışmada kullanılan ayıraçların bazılarını sağlayan şirket olan MRC-Holland ile olduğu gibi gerektiğinde istişareler de yapılmıştır.

5.3.5.4 Araştırmacının (tez sahibi) deneyim ve becerileri

Bu araştırmanın; moleküler biyolojideki, özellikle de spesifik patojenler için sığır kanının moleküler teşhisine ilişkin ilk girişimim olduğu göz önüne alındığında, karar vermede ve araştırma uygulamasında bazı eksiklikler olabilirdi. Bu muhtemel olmakla birlikte, sonunda bir sertifika almış olduğum oryantasyon eğitimi ve ayrıca laboratuvar analizlerine başlamadan önce alınan uygulamalı eğitimler, olabilecek hataların minimum seviyeye indirilmesine yardım etmiş olmalıdır. Ayrıca, burada bildirilen tüm PZR çalışmaları moleküler biyoloji alanında deneyimli araştırmacıların (çoğu doktora derecesine sahip) gözetimi altında gerçekleştirilmiştir. Diğer yandan, PZR konusunda oldukça bilgili kişilerle çeşitli istişareler de yapılmıştır.

5.4 N'Dama İnek Sütü Üzerine Çalışma

5.4.1 Analiz edilen süt örnekleri

Bu çalışmada 19 köydeki 30 ayrı sürüden elde edilen 233 örneğin popülasyonu temsil ettiği kabul edilmiştir. Bu nokta bir avantaj gibi görünse de, verilerdeki büyük varyasyon bakımından bazı güçlükler oluşturmaktadır. Ayrıca, örnekler çeşitli yönetim uygulamalarından ve farklı laktasyon dönemlerindeki inekleri ve dolayısıyla değişen süt miktarlarını temsil etmektedir. Örnekleme gününde laktasyon dönemini belirlemeye ve inek başına süt verimini ölçmeye çalışılmış, ancak bu her sürüde mümkün olmamıştır. Genel olarak, çiftçiler tarafından kayıt tutma eksikliği, geleneksel süt hayvancılığında veri toplama konusunda büyük bir zorluk olarak görünmektedir.

5.4.2 Süt bileşenleri konusunda tartışma

5.4.2.1 Kuru madde (KM)

Bu çalışmada KM için bulunan genel ortalama (14.75 ± 0.48) nispeten yüksektir, ancak diğer bazı çalışmalar (Kra et al., 2013; Parmar et al., 2020) tarafından bildirilen aralıktadır. Fildişi Sahili'nin belirli bir bölümündeki ineklerden elde edilen çiğ sütün kalitesini inceleyen Kra et al. (2013) tarafından da, N'Dama ırkı için yüksek KM değeri (17.14) bildirilmiştir. Yönetim sistemi açısından, Kra et al. (2013) incelediği çiftlikler arasında, bu çalışmadaki sürülerin çoğuna benzer geleneksel uygulamalar olan üçüncü çiftlikte en yüksek KM oranını gözlemiştir.

Açık kahverengi kıl örtüsü olan ineklerden elde edilen süt, diğer ineklere göre nispeten daha yüksek KM değerine sahiptir. Prabhakar et al. (2018) tarafından da, açık renkli kıl örtüsü olan ineklerin koyu renkli kıl örtüsü olanlara göre daha fazla KM içeren süt ürettiği belirtilmiştir. Bu gözlem, sıcaklık stresinin koyu renkli hayvanlarda yağ içeriğini daha fazla baskılaması ve dolayısıyla bu hayvanlarda KM içeriğini düşürmesine bağlı olabilir. Erken kurak mevsimde yağmurlu mevsime kıyasla daha yüksek KM (istatistiki olarak önemli olmasa da

($P = 0.074$) daha fazla araştırmaya değer), o mevsimdeki daha yüksek yağ içeriği ile ilişkili görünmektedir. Hayvanlara verilen sofra tuzu veya mineral yalama bloğu yoluyla kısmi takviye uygulanan sürüler ve sofra tuzu ve zirai artıklarla tam takviye uygulanan sürülerde, herhangi bir yem takviyesi uygulanmayan sürülere göre belirlenen daha yüksek KM değerleri de daha fazla incelenmeye değer olarak ($P = 0.095$) kabul edilmiştir. Bu arada, yem takviyesi yapılan ineklerin sütündeki nispeten daha yüksek yağ içeriğinin, bu ineklerin sütündeki KM değerinin daha yüksek olmasına neden olabileceği düşünülmektedir.

Bu çalışmada KM; yağ ve protein ile beklendiği gibi yüksek düzeyde pozitif, donma noktası ile ise negatif korelasyon göstermektedir. Altı ırktan (Polonya Holstein-Friesian'ın Siyah-Beyaz ve Kırmızı-Beyaz varyeteleri, Simmental, Jersey, Polonya Kırmızısı ve Polonya Siyah-Beyazı) alınan süt örneklerine dayalı olarak benzer bir gözlem Kędzierska-Matysek et al. (2011) tarafından bildirilmiştir.

5.4.2.2 Yağ

N'Dama sütü için belirlenen yağ oranı ($\%5.70 \pm 0.39$), N'Dama ineklerinde sütün bileşimine ilişkin çok nadir önceki çalışmalardan birinde (Agyemang et al., 1991a) bildirilen $\%4.90$ değerinden 0.80 birim ($\%16.3$) daha yüksektir. Ancak bu değer ($\%5.70$), N'Dama için başka bir çalışmada (Kra et al., 2013) bulunan $\%6.50$ değerinden düşüktür. N'Dama sütünün yağ oranı, Güney Afrika'daki (Myburgh et al., 2012) Nguni ırkının ($\%4.18$), Bangladeş'teki (Islam et al., 2014) yerli sığırların ($\%4.34$) ve Hindistan'daki (Sharma et al., 2018) yerli sığırların ($\%4.99$) süt yağı oranından daha yüksektir.

Erken kurak mevsimdeki yağ oranı, yağmurlu mevsime kıyasla önemli düzeyde daha yüksekti ($\%6.15$ 'e karşı $\%5.26$). Bu mevsimdeki yüksek yağ oranı, azalan süt miktarına bağlanabilir. Agyemang et al. (1988), N'Dama sütünün yağ yüzdesinin, sağılan sütün en düşük olduğu mevsimde en yüksek olduğunu bildirmiştir. Agyemang et al. (1991a) tarafından bildirildiği gibi, buzağılama dönemi ve dolayısıyla laktasyonun müteakiben başlaması da, bu çalışma alanında mevsime bağlı yağ varyasyonunu anlamada önemlidir. Bahsedilen çalışmaya

göre, yağmurlu mevsimde buzağılayan ineklerde yağ yüzdesi, kurak mevsimde buzağılayanlara göre yaklaşık 0.3 birim daha yüksekti (%6'lık bir artış). Bu fark, kurak mevsimde buzağılayan ineklerden alınan sütün daha büyük kısmının aynı mevsimde değil, en düşük yağ oranlarının gözlemlendiği müteakip yağmurlu mevsimde elde edilmesi ile açıklanmıştır. Tanzania'daki bazı melez süt sığırlarında yaptığı çalışmada Cheruiyot et al. (2018), kurak mevsimde yağmurlu mevsime kıyasla daha yüksek yağ oranının, besleme uygulamalarının yanı sıra yemlerin nem seviyesinin azalmasından kaynaklanabileceğini öne sürmüştür. Besleme uygulamalarının sütün özellikle yağ içeriğini ve bir ölçüde de protein içeriğini etkileyen çok önemli bir faktör olduğu iyi bilinmektedir (Heinrichs et al., 2016).

Kısmi yem takviyesi ve tam yem takviyesi yapılan ineklerdeki daha yüksek yağ yüzdesi (önemli olmasa da ($P = 0.089$) daha fazla araştırmaya değer), bu tür besleme şekillerinde bitkisel üretim artıklarının (yer fıstığı kuru otu, pirinç samanı) ara sıra sağlanmasından kaynaklanıyor olabilir. Besleme uygulamalarına bağlı olarak yağ içeriğinin yükselmesi eğilimi Cheruiyot et al. (2018) tarafından da bildirilmiştir. Söz konusu çalışmada, Tanzania'da kurak mevsimin genellikle yemlerin kıtlığı ve düşük kalitesi ile karakterize olduğu ve bu nedenle çiftçilerin yağ yan ürünleri, mısır rüşeymi, pamuk tohumu küspesi ve ayçiçeği küspesi gibi ticari ürünlerin kullanımını artırma eğiliminde olduğu belirtilmiştir. Sonuç olarak, bu konsantre yemlerin kullanımı, süt yağı içeriğinde artışla ilişkili görünmektedir. Ayrıca, Walker et al. (2013), Avustralya'daki bir araştırmaya göre, inek rasyonundaki mevsime bağlı değişikliklerle ilişkili olarak yılın döneminin yağ rengini ve serbest yağ asidi konsantrasyonlarını etkilediğini belirtmiştir. Öte yandan, mevcut çalışma için, kısmi ve tam yem takviyesi yapılan inek sayısının yem takviyesi yapılmayan ineklere göre çok daha az olduğu ve yem takviyesinin esas olarak, süt veriminin düşmesinin beklendiği erken kurak mevsimde yapıldığı dikkate alınmalıdır.

Açık kahverengi N'Dama ineklerindeki daha yüksek yağ yüzdesi (önemli olmasa da ($P = 0.073$) daha fazla incelemeye değer), muhtemelen bu hayvanlarda düşük sıcaklık stresinden kaynaklanmaktadır. Anzures-Olvera et al. (2019) tarafından yapılan çalışmada, ağırlıklı olarak siyah kıl örtüsüne sahip Holstein

ineklerin ağırlıklı olarak beyaz olanlara kıyasla, Meksika'daki sıcak-kurak çevre şartları altında süt veriminde orta derecede azalma olduğu, diğer yandan süt bileşiminin bu durumdan etkilenmediği gözlenmiştir.

Yağ bileşeni bakımından gözlenen değerlerin geniş aralığı (%1.21 ila %14.04) için nedenlerden biri muhtemelen çalışma alanlarında uygulanan kısıtlı emzirme sistemidir. Bu sistemde, ineğin elle sağımından önce ilk olarak buzağının aldığı süt miktarı belirlenememiştir ve bu ayrıca çiftlikler arasında farklılık göstermektedir. Bu arada, sağım ilerledikçe sütte yağ içeriğinin arttığı iyi bilinmektedir. Eğer buzağı sağımdan önce çok süt emerse, daha sonra sağılan sütün yağ oranı yüksek olacaktır. Bu çalışmada bileşik süt örnekleri alınması hedeflenmiş olsa da, bazı çiftliklerden alınan süt örneklerine, insan tüketimi için süt sağıldıktan sonra genellikle buzağılar tarafından tüketilen son sütün (strippings) dâhil edilmiş olması muhtemeldir. Bu arada, yapılan bir çalışmada, kısıtlı veya kısmi emzirme sisteminde emziren ineklerden elde edilen sütün (elle sağılan + emilen süt), emzirmeyen ineklerden elde edilen süte göre daha fazla miktarda olduğu, ancak elle sağılan sütteki yağ yüzdesinin emzirmeyen ineklerden elde edilen süte göre daha düşük olduğu belirlenmiştir (Yılma et al., 2006). Kısıtlı emzirme sistemi altında bir buzağının emme sayısı (bir veya iki kez) ve emme uzunluğu ile ilgili çeşitli uygulamalar gözlenmiştir ve gelecekteki bir çalışmada geleneksel süt sığırcılığında çiftlikleri sağım sistemlerine göre sınıflandırma önerilir.

Bu çalışmada bildirildiği gibi N'Dama sütündeki yüksek yağ yüzdesi, özellikle yüksek yağ içeriğine sahip süt ürünlerine ihtiyaç duyulduğunda, beslenme açısından önemlidir. Zhu and Guo (2021) tarafından bildirildiğine göre, süt yağında 400'den fazla farklı yağ asidi vardır ve bu diğer yağlardakinden çok daha fazladır ve ayrıca süt yağı, tereyağı, krema ve peynir gibi süt ürünlerinin besleyici, yapısal ve organoleptik yönlerinde ayırt edici özellikler sunmaktadır. Bu arada, çeşitli süt ürünlerinin yapımında en iyi kullanımı için doğru tavsiyeyi yapmak bakımından N'Dama sütünün yağ asidi bileşimini belirlemeye halen bir ihtiyaç vardır.

5.4.2.3 Yağsız kuru madde (YKM)

Bu çalışmada N'Dama inek sütünde belirlenen ortalama YKM değeri (9.05 ± 0.12), Doğu Etiyopya'da yerli bir ırk olan Ogaden inekleri ile ilgili olarak Kebede (2018) tarafından bildirilen değerden (9.28) biraz daha düşüktür. Bu çalışmada bulunan YKM değeri, Malezya'da (Talukder et al., 2013) beş Sahiwal $\times$ Friesian melez inek grubu için bildirilene göre de (9.20 ila 9.40) biraz daha düşüktür, ancak Tanzania'da (Cheruiyot et al., 2018) bazı melez sığırlar için belirtilenden (7.49) daha yüksektir. Bu çalışma ve bahsedilen diğer çalışmalar arasındaki farklar, esas olarak incelenen ırkların sütündeki protein ve laktoz miktarındaki varyasyondan kaynaklanmaktadır. Bu durum, YKM ile protein ($r = 0.993$, $P < 0.01$) ve laktoz ($r = 0.955$, $P < 0.01$) arasındaki yüksek korelasyonla (Bkz. Tablo 4.34) desteklenmektedir. Bununla birlikte, elde edilen sonuçları karşılaştırmak için yerli ırkların YKM değeri hakkında genellikle az sayıda literatür vardır.

Bu çalışmada ineklerin yaşı YKM'yi etkileyen önemli bir faktördü, ancak laktasyondaki ineklerin buzağılama sırasına ilişkin toplanan verilere göre N'Dama ineklerinde ilk buzağılama yaşı değişkendir, zira bu yönetim ve sağlıkla ilgili faktörlere bağlıdır. En yüksek ortalama YKM değerleri 7 yaşındaki (9.33) ve 8 yaşındaki (9.19) ineklerde gözlenmiştir ve bu değerler istatistiki olarak birbirinden farklı değildi. Bu iki yaş grubundaki ineklerin ortalama YKM değerleri, 6 yaşındaki ineklerinkinden (8.84) önemli düzeyde ($P < 0.05$) daha yüksekti. Hayvanların yaşı çoğunlukla çiftçi veya çoban tarafından verilmiştir. İncelenen yetiştirme sisteminde buzağılama kaydı bulunmadığından, yaş ile ilgili bilgiler belli ölçüde hatalı verilmiş olabilir.

5.4.2.4 Protein

N'Dama sütü için bu çalışmada bulunan ortalama protein oranı (3.31 ± 0.04), Agyemang et al. (1991a) tarafından bu ırk için daha önce bildirilen 3.20 oranından 0.11 birim (3.4) daha yüksektir. Söz konusu çalışmada, protein için 333 gözlem içeren 4 yıllık bir kayda dayanarak protein oranları 2.3 ila 4.1 arasında bulunmuştur. Agyemang et al. (1991a) tarafından yapılan çalışmada

olduğu gibi burada da, proteinin en az dalgalanma gösteren süt bileşenlerinden biri olduğunu (Laben, 1963) destekler şekilde %2.88 ila %4.65 gibi dar bir aralık gözlenmiştir. İki çalışmada bildirilen değerlerdeki küçük fark, kullanılan yöntemlerden ve çalışma kapsamından kaynaklanabilir. Bu arada, Maha et al. (2016) tarafından Fas'ta “Oulmes-Zaer” adlı başka bir yerli sığır ırkı için daha yüksek ortalama protein değeri (%3.58) bildirilmiştir.

İneğin yaşının protein içeriği üzerine önemli etkisi bulunmuştur, ancak yaş gruplarına göre protein yüzdeleri bakımından belirgin bir eğilim yoktu. Diğer yandan, protein yüzdesindeki düşük varyasyon nedeniyle beklendiği gibi, bu özelliğin yaş gruplarına göre en yüksek ve en düşük ortalama değerleri arasındaki fark sadece 0.20 birim idi. İneklerin yaşının protein yüzdesi üzerine önemli etkisi, ilk buzağılama yaşı ve ardından buzağılama sırası ve üretilen süt miktarı ile ilişkilendirilebilir. Gambiya'daki N'Dama ineklerinde protein yüzdesi ve süt miktarı (insan tüketimi için sağılan süt miktarı) arasında 0.21 düzeyinde korelasyon bulunmuştur (Agyemang et al., 1991a). İneklerin yaşının protein içeriği üzerine etkisinde gözlenen doğrusal olmayan varyasyonun nedeni, çalışma sahasındaki çiftçiler veya çobanlar arasında farklılık gösteren sürü yönetiminin etkileri ile de açıklanabilir. Muhtemelen, hayvanların yaşıyla ilgili kasıtlı olmayan hatalı bilgiler de bu konuda diğer bir faktör olabilir.

Protein hem buzağılar hem insanlar için önemli bir süt bileşenidir. Sütte kazein proteinleri, peynir altı suyu proteinleri ve minör proteinler olmak üzere üç tip protein tanımlanmıştır (Zhu and Guo, 2021). Halen N'Dama inek sütünün protein bileşenleri hakkında bir çalışma yoktur ve diğer ırklara kıyasla besin değerini daha iyi anlamak ve değerlendirmek için gelecekteki bir çalışmada bu analizin yapılması tavsiye edilir.

5.4.2.5 Laktoz

Bu çalışmada gözleendiği şekilde N'Dama inek sütündeki ortalama laktoz içeriği (4.95 ± 0.07) nispeten yüksek kabul edilebilir. Bu değer, Fildişi Sahili'nin belirli bir bölümünde bu ırk için Kra et al. (2013) tarafından gözlenen değerden (2.82 ± 0.24) çok daha yüksektir. Söz konusu çalışmada bildirilen çok

düşük laktoz oranı, örnek alınan sütteki yüksek klorür içeriğine bağlanmıştır, ancak bu bileşen mevcut çalışmada incelenmemiştir.

Bu çalışmada N'Dama sütünde belirlenen nispeten yüksek laktoz konsantrasyonu, örnek alınan laktasyondaki ineklerin meme sağlığının iyi olması bakış açısıyla açıklanabilir. Enflamasyona bir tepki olarak somatik hücre sayısı (SHS) değerinde artışa yol açan meme sağlığında bozulma, laktoz konsantrasyonunda azalmaya neden olacaktır (Antanaitis et al., 2021; Berglund et al., 2007; Koç, 2015; Televičius et al., 2021; Yörükoğlu, 2019). Bu çalışmada laktoz oranındaki varyasyonun (varyasyon katsayısı %8.78) nedenlerinden biri, örnek alınan ineklerin çeşitli laktasyon sıralarında olmasıyla açıklanabilir. İlkine buzağılayan ineklerde çok doğum yapmış olanlara göre laktoz yüzdesinin daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Costa et al., 2019b). Fox et al. (2015) ve Costa et al. (2019a) tarafından, laktozdaki değişkenliğin diğer birçok biyolojik ve fizyolojik faktöre bağlı olduğu belirtilmiştir. Costa et al. (2019a), laktoz yüzdesinin, hücre sitozolünden ve kandan absorbe edilen su miktarı vasıtasıyla ozmotik olarak belirlendiğini bildirmiştir.

Bu arada, daha açık kıl örtüsü rengi olan ineklerin daha yüksek laktoz içeriğine sahip süt ürettiği yönünde gözlenen eğilim, Hindistan'daki yerli Tharparkar sığırları (*Bos indicus*) ile ilgili olarak Prabhakar et al. (2018) tarafından da bildirilmiştir.

Nispeten yüksek laktoz oranı, insan beslenmesi bakımından arzu edilen bir sonuç olarak da düşünülebilir. Washabaugh et al. (2019), düzenli beslenmenin bir parçası olarak çiğ süt tüketiminin Gambiya'daki çobanlar ve süt satıcıları arasında çok yaygın olduğunu bildirmiştir. İnsanlara enerji sağlama potansiyeli bakımından, laktoz en önemli süt bileşenlerinden biri olarak kabul edilmektedir, ancak bazı yetişkinlerde laktoz intoleransı sıkıntısı olabilmektedir. Bununla birlikte, laktoz küçük çocuklarda sinir ve iskelet sistemlerinin gelişimi için çok faydalıdır (Zhu and Guo, 2021).

5.4.2.6 Tuzlar (Mineraller)

Burada bulunan tuz içeriğinin ortalama değeri (0.75 ± 0.01), N'Dama için başka bir ülkede (Kra et al., 2013) bildirilen değere (0.78) benzerdir. Süt bileşiminin geniş bir değerlendirmesine dayalı olarak, hem *Bos taurus* hem *B. indicus* sığır ırklarında kül içeriği için ortalama 0.70 olarak bildirilmiştir (van den Berg, 1990). İneklerin yaşının tuz içeriği üzerine önemli etkisi ($P < 0.05$), ilgili hayvanların farklı laktasyon dönemleri ve yönetim sistemlerinde olmaları nedeniyle kolayca açıklanamamaktadır. Ancak farklı yaşlar için sütün tuz içeriği 0.73 ile 0.78 arasında olup, beklendiği gibi çok dar bir aralıkta yer almaktadır.

Burada gözlemlendiği gibi sütün tuz (mineral) içeriğindeki dar varyasyon, çeşitli ırklar arasında da daha önce bildirilmiştir (Laben, 1963). Bu dar varyasyon tabiidir, çünkü tuzlar sütün ozmotik basıncını, yine dar bir aralıkta olan kanınki ile dengede tutmaya yardımcı olur (Zagorska and Ciprova, 2013). Sütteki laktoz, potasyum ve sodyum konsantrasyonları nispeten stabildir, çünkü klorür ile birlikte süt ozmolalitesinin ana belirleyicileridir ve homeostazı sürdürmek için sağlıklı ineklerde kan ozmolalitesindeki varyasyon her zaman düşük olmalıdır (Bijl et al., 2013). Bu arada, laktoz, kan ve alveolar lümen arasındaki anahtar ozmotik düzenleyici olarak tanımlanmıştır ve sodyum, potasyum ve klorür ile birlikte kan ve süt arasındaki ozmotik dengenin korunmasında büyük bir rol oynamaktadır (Costa et al., 2019a).

Kenya'nın Rift Valley Eyaletindeki Holstein Friesian ve Zebu sığırlarının melezlerinden toplanmış meme çeyreği süt örneklerinin analizine dayalı olarak, Ogola et al. (2007), sağlıklı çeyreklerden ($< 250,000$ somatik hücre/mL) elde edilen sütte potasyum ve kalsiyumun en çok bulunan mineraller olduğunu gözlemiştir. Daha da önemli olarak, aynı çalışmada, incelenen sürüde minerallerin içeriklerinin (Na, K, Ca ve Cl) değiştiği ve esas olarak çeyreklerdeki SHS tepkilerinden etkilendiği belirlenmiştir. Maha et al. (2016), Fas'taki Oulmes-Zaer ırkı ineklerden alınan süt örneklerinde kalsiyumun en yüksek konsantrasyona sahip olduğunu bildirmiştir. Bu arada, Alothman et al. (2019), yemdeki mineral bileşimin ve yemlerin elde edildiği toprağın şartlarının da sütün tuz

konsantrasyonlarını etkileyebileceğini bildirmiştir. Visentin et al. (2018), sütüğü ırklara kıyasla çift verim yönlü ırklarda daha fazla kalsiyum içeriğı belirlemiş ve ayrıca ilkinde buzağılayan ineklerin çok doğum yapmış ineklere göre daha yüksek mineral içeriğine (sodyum hariç) sahip olduğunu bildirmiştir. Bütün bu bilgiler, tuzun bileşiminin ırka, lokasyona, mastitise vb. göre değiştiğini göstermektedir.

Sütün küçük bir kısmını (yaklaşık 8 ila 9 g/L) oluştursa da (Gaucheron, 2005), sütün tuz (mineral) bileşeni, kalsiyum, fosfor, magnezyum, potasyum, sodyum ve klorür gibi temel besin maddelerinin insanlar için ve genç hayvanlar için önemli bir kaynağıdır. Sütün besin değerin tuz bileşimindeki değişikliklerden etkilenebileceğı bildirilmiştir (Bijl et al., 2013). Ayrıca, sütün içindeki çeşitli mineraller, sütün duysal ve teknolojik özelliklerine katkıda bulunmaktadır (Zhu and Guo, 2021). N'Dama sütünün zenginliğini belirlemek için gelecekteki çalışmalarda tuz bileşenlerini incelemek yararlı olacaktır.

5.4.3 Sütün fiziksel özellikleri konusunda tartışma

5.4.3.1 Yoğunluk

Bu çalışmada yoğunluk için ortalama $1030.73 \pm 0.35 \text{ kg/m}^3$ olarak bulunmuştur. Yağmurlu ve erken kurak mevsimlerde sırasıyla 1030.94 ve 1030.53 kg/m^3 idi. Bu çalışmada belirlenen ortalamalar, İrlanda'da (Parmar et al., 2020) Jersey, Elit Holstein-Friesian ve Ulusal Ortalama Holstein-Friesian ineklerden ilkbahar (1.0304 g/cm^3), yaz (1.0314 g/cm^3) ve sonbahar (1.0309 g/cm^3) mevsimlerinde alınan süt örneklerinde ve Fas'ta (Maha et al., 2016) Oulmes-Zaer ırkı ineklerden sonbahar (1030 kg/m^3) ve kış (1031 kg/m^3) mevsimlerinde alınan süt örneklerinde belirlenen yoğunluk değeri ile bir ölçüde uyumludur.

Bu çalışmada ineklerin yaşının sütün yoğunluk değeri üzerine önemli etkisi ($P < 0.05$), belirgin bir eğilim belirlenememiş olsa da, süt bileşiminde buzağılama sayısına bağılı olarak beklenen değişiklik dikkate alınarak açıklanabilir.

Sütün, yağ dağılmış bir fazdan ve sulu kolloidal sürekli bir fazdan oluşan seyreltik bir emülsiyon olduğunu belirten Fox et al. (2015), sütün fiziksel

özelliklerinin, sürekli fazdaki çeşitli çözünmüş maddelerin (proteinler, laktoz ve tuzlar) varlığı ve emülsiyon halindeki ve kolloidal bileşenlerin dağılma derecesi ile değiştiğini bildirmiştir. Bu çalışmada bulunan, sütün protein, laktoz ve tuz içeriği ile sütün yoğunluğu arasındaki orta düzeyde pozitif korelasyonlar ($P < 0.01$) yukarıda verilen bilgiyi destekler niteliktedir.

PHH'nın yoğunluk üzerindeki önemli ($P < 0.05$) etkisi (PHH ne kadar yüksekse, yoğunluk da o kadar yüksek), anemili ineklerde (yani düşük PHH) süt yoğunluğunun düşük olduğunu göstermektedir. Elde edilen bulgular, PHH arttıkça sütün protein, laktoz ve tuz içeriğinin artması yönünde bir eğilim olduğunu göstermektedir (Bkz. Tablo 4.31). Sonuç olarak, bu çalışmada belirlenen, inek sütünün yoğunluğu ve PHH değeri arasındaki istatistiki olarak önemli ilişkinin, sütün çözünür bileşenleri (protein, laktoz ve tuz) ile ilgili olduğu görülmüştür.

Diğer yandan, İsviçre'de farklı yaşlardaki İsviçre Esmeri, Simmental, Holstein ve Simmental $\times$ Holstein inekler üzerinde yapılan bir çalışmaya dayalı olarak Blum et al. (1983), PHH ve hemoglobin gibi hematolojik parametrelerin laktasyon boyunca süt verimi ile ilişkili olmadığını bildirmiştir. Söz konusu araştırmacılar ayrıca, sıvı dengesindeki değişikliklerin bu parametreleri değiştiren bir faktör olarak görünmediğini belirtmiştir. Ancak, bahsedilen çalışmanın bir deneme istasyonunda ve iyi yönetilen inekler üzerinde yapıldığını belirtmek gerekir. Söz konusu çalışmaya kıyasla Batı Afrika'daki saha koşullarının ve ineklerin maruz kaldığı faktörlerin ve sonuçlarının çok farklı olduğu aşîkârdır.

Bu arada, inek sütünün yoğunluğu ve etkileyen faktörler ile ilgili literatür oldukça azdır ve bu çalışmada elde edilen sonuçları daha fazla tartışmak üzere kullanılabilecek literatür bulmak biraz zordur. Bu süt parametresindeki (yoğunluk) dar varyasyon, süt ve süt ürünleri ile ilgili bilimsel literatürde çok ele alınmamasının nedenlerinden biri olabilir. Spesifik olarak, N'Dama inek sütünün yoğunluğu hakkında herhangi bir veri veya bilgi bulunamamıştır.

5.4.3.2 Elektrik iletkenliği (Eİ)

Bu alışmada Eİ için elde edilen genel ortalama (3.57 ± 0.07 mS/cm), Mabrook and Petty (2003) tarafından işlenmemiş inek sütü (%3.6 yağ) için bildirilen 4.85 mS değerinden daha düşüktür. Ancak bu değer, Fas'ta (Maha et al., 2016) yerli bir sığır ırkı (Oulmes-Zaer) için bildirilen (mevsimlere göre 3.06 ila 4.35 mS) aralık içinde olup söz konusu çalışmada, bu çalışmada kullanılan ile aynı marka süt analiz cihazı kullanılmıştır.

Gargouri et al. (2014) tarafından Tunus Holstein ineklerinin dökme süt örneklerinde yapılan çalışmada, $Eİ \leq 5.00$ mS/cm olan süt örnekleri “normal” olarak sınıflandırılmış ve sağlıklı ineklerden geldiği kabul edilmiştir. Başka bir bakımdan, yüksek iletkenlik (mesela 4.9 ila 5.0 pH'da 5.8 mS) sütteki bozulmayı gösterebilir ve o süreçte, kazein misellerinin kolloidal durumu bozulur ve serbest iyonların, özellikle kalsiyumun salınmasına yol açar (Mabrook and Petty, 2003).

Bu çalışmada günlük sağım sayısının inek sütünün Eİ değeri üzerine önemli etkisi ($P < 0.05$) yağ içeriği açısından açıklanabilir, zira bu iki parametre arasında ters bir ilişki bulunmaktadır. Agyemang et al. (1991a), Gambiya'da N'Dama ineklerinde günde bir ve iki kez sağım sistemlerinde yağ oranını sırasıyla %4.7 ve %5.2 olarak belirlemiştir. Günde iki kez sağımla karşılaştırıldığında günde bir kez sağımda yağ oranının daha düşük olması eğilimi çalışmamızda da gözlenmiştir (günde bir ve iki kez sağımda sırasıyla %5.41 ve %5.99). Norberg (2005), yağ globllerini kaplayan iletken olmayan ince tabakanın, sütteki yağ oranı arttıķa iletkenliği azaltabileceğini bildirmiştir. Ayrıca, sütteki yağ globülleri (oğunlukla 2 ila 10 μ m çapında) iletken iyonların hareketliliğini engelleyebilir ve sonuç olarak iletkenliği azaltabilir (Mabrook and Petty, 2003).

Mastitise yol açan meme içi enfeksiyonlar da sütün iletkenliğini etkileyerek artmasına neden olabilir. İletkenliğin meme sağlığı ve mastitisin kullanışlı bir göstergesi olduğu göz önüne alındığında, Norberg et al. (2004) tarafından yapılan çalışmada Danimarka Kırmızıısı, Danimarka Holstein ve Jersey ineklerinin sağlıklı meme çeyreklerinde (4.87 mS) ve Boas et al. (2017) tarafından yapılan çalışmada Brezilya Sütçü Gyr ineklerinde (4.90 mS/cm) bulunan değerlere kıyasla N'Dama

ineklerindeki daha düşük ortalama değer (3.57 mS/cm), N'Dama ineklerinde mastitis gibi laktasyon dönemi sıkıntılarının daha az sıklıkta olduğu anlamına gelmektedir. Bu esasen beklenen bir durumdur, zira bu tür süt ırklarına kıyasla N'Dama'nın süt üretimi çok daha düşüktür.

Bölgenin (coğrafi faktör) sütün iletkenliği üzerine önemli etkisi ($P < 0.05$) çevre şartları yoluyla açıklanabilir, ancak bu bölgelerde yemlerin elde edildiği toprak şartlarındaki ve iklim faktörlerindeki farklılıkları daha iyi anlamak için daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.

Sütün EI değeri büyük ölçüde, sodyum, potasyum ve klorür gibi sütün tuz içeriğinin belirli iyonlarına bağlanmaktadır (Mabrook and Petty, 2003; Norberg, 2005). Normal olarak tuz içeriği ile EI arasında yüksek düzeyde pozitif bir korelasyon beklenmekle birlikte, bu çalışmada tuz içeriği ile EI arasında düşük düzeyde ancak negatif bir korelasyon ($r = -0.321$, $P < 0.01$) gözlenmiştir ve bu sonucu açıklamak biraz zor görünmektedir. Halen N'Dama inek sütünün tuz bileşenlerini tam olarak bilmiyoruz, ancak bu çalışmadaki süt örneklerinin tuz bileşen miktarlarının EI ile negatif korelasyonda bir rolü olabilir. Örnek olarak Fernando et al. (1985), son süt (strippings) örneklerinde Cl ve Na'nın birbirleriyle ve EI ile yüksek düzeyde (> 0.80) ilişkili olduğunu, fakat laktoz ve K'nin EI ile negatif ilişkili (sırasıyla -0.55 ve -0.37) olduğunu bildirmiştir. Diğer yandan, yüksek yağ oranı da tuz içeriği ile EI arasındaki negatif korelasyonda bir rol oynamış olabilir.

Bu çalışmada süt bileşenleri ile EI arasında düşük düzeyde fakat negatif korelasyonlar ($r = -0.272$ ila -0.338 , $P < 0.01$) gözlenmiştir. Henningsson et al. (2005), proteinin EI'yi etkilediğini, çünkü bir yük (charge) taşıdığını ve sütün viskozitesini etkilediğini belirtmiştir. Laktoz bir yük taşımasa da, süt viskozitesini ve dolayısıyla EI'sini etkileyebilmektedir (Henningsson et al., 2005). Park (1991) tarafından yapılan çalışmada da, keçi sütünde protein ve yağ yüzdeleri ile EI arasında önemli negatif korelasyonlar (sırasıyla -0.62 ve -0.59) bulunmuştur. Daha önce de belirtildiği gibi, Fernando et al. (1985), ineklerden alınan son sütte laktoz ile EI arasında negatif korelasyon (-0.55) bulmuştur. Boas et al. (2017), Sütçü Gyr ineklerinde laktoz yüzdesi ile EI arasında güçlü negatif korelasyon

(-0.65) bulmuş ve bunun muhtemelen, enfekte memelerde laktozdaki düşüşün bir sonucu olduğunu öne sürmüştür. Bu arada, sütün Eİ değerini potansiyel olarak etkileyebilecek ırk, yem, buzağılama sayısı, laktasyon dönemi ve mevsim gibi birçok başka faktör vardır (Mabrook and Petty, 2003; Norberg, 2005).

Eİ ile ilgili literatürün çoğu mastitis perspektifinden idi. Düşük düzeyde süt üreten ineklerin mastitise daha az duyarlı olduğu göz önüne alındığında, diğer hastalıkların, özellikle AHT, şarbon, pastörelloz ve sığırların nodüler ekzantemi (lumpy skin disease) gibi tropikal şartlar altında yaygın olanların, duyarlı yerli ineklerde Eİ ile nasıl ilişkili olduğunu incelemek önerilir.

5.4.3.3 Donma noktası (DN)

Burada N'Dama sütü için belirlenen ortalama DN değeri (-0.599 °C), Henno et al. (2008) tarafından bazı Estonya sığır ırkları için (-0.526 °C) ve Maha et al. (2016) tarafından bir Fas sığır ırkı için (mevsimlere göre -0.530 ila -0.562 °C) bildirilenlere kıyasla daha düşüktür. Bu fark, süt laktoz yüzdesi ile DN arasında negatif bir korelasyon ($r = -0.53$) olduğu (Costa et al., 2019b) dikkate alındığında, yukarıda bahsedilen çalışmalara kıyasla N'Dama sütünün nispeten yüksek laktoz içeriği (%4.95) ile açıklanabilir. Verilerimiz de (Bkz. Tablo 4.34) laktoz oranı ile DN arasında negatif ve çok yüksek bir korelasyon ($r = -0.915$; $P < 0.01$) göstermiştir. Bu, yüksek laktoz oranının arzu edilen daha düşük DN'ye neden olduğunu göstermektedir. Bu çalışmada sütün DN değerinin geniş bir aralıkta değişmesi, laktoz içeriğindeki nispeten geniş varyasyonla açıklanabilir. Bu arada, Zagorska and Ciprovica (2013), süt ve kandaki ozmotik denge nedeniyle sütün DN değerinin nispeten sabit olmasının beklendiğini, ancak süt üzerindeki bazı araştırma sonuçlarının da sütün DN değerinde geniş bir aralık gösterdiğini belirtmiştir.

Süt bileşiminin DN'yi etkilediği daha önce vurgulanmıştır (Hanuš et al., 2010; Henno et al., 2008). Suda eriyen bileşenlerin konsantrasyonu ile belirlenen sütün ozmolalitesinin DN'yi etkilediği bilinmektedir (Bjerg et al., 2005). Daunoras and Knyš (2008) ve Costa et al. (2019a; 2019b), sütte çözünen maddelerin, özellikle laktoz ve çözünmüş tuzların, DN üzerinde en fazla etkiye sahip

bileşenler olduğunu belirtmiştir. Bu durum, yukarıda da belirtildiği gibi DN ile laktoz arasında (-0.915 ; $P < 0.01$) ve DN ile tuzlar arasındaki (-0.996 ; $P < 0.01$) çok yüksek negatif korelasyon (Bkz. Tablo 4.34) göz önüne alındığında bu çalışmada teyit edilmiştir. Ayrıca, Kailasapathy (2016), laktoz, potasyum, sodyum ve klorürün tüm DN depresyonunun %75-80'inden sorumlu ana süt bileşenleri olduğunu bildirmiştir. Bhandari and Singh (2011) tarafından da, laktoz ve klorürün sütün DN depresyonunun yaklaşık %75'ini açıkladığı ve yağ globülleri, kazein miselleri ve peynir altı suyu proteinlerinin DN depresyonuna az katkısı olduğu bildirilmiştir. Jenness and Patton (1959)'a atfen Henno et al. (2008), sütte çözünen maddelerin, özellikle laktozun ve klorür tuzlarının, sütün DN depresyonuna sırasıyla %55 ve %25 kadar katkıda bulunduğunu bildirmiştir. Kalsiyum, magnezyum ve potasyum gibi diğer suda çözünen bileşenler kalan %20'ye katkıda bulunmaktadır. Ayrıca, Mitchell (1989) tarafından daha sonra yapılan bir çalışmaya atfen Bjerg et al. (2005), laktoz, klorür, sitrat ve laktik asit toplamının sütün DN değerinin %79 ila 86'sını açıkladığını belirtmiştir.

Ayrıca, yüksek üre (300 mg/L'nin üzerinde) ve artmış protein konsantrasyonuna sahip süt örnekleri DN değerinde azalmaya neden olmuştur (Kędzierska-Matysek et al., 2011). Bu çalışmada DN ile protein yüzdesi arasında yüksek bir negatif korelasyon ($r = -0.967$, $P < 0.01$) bulunmuştur. Costa et al. (2019b) tarafından da süt protein yüzdesi ile DN arasında negatif bir korelasyon ($r = -0.25$) bulunmuştur. Mevcut çalışmada DN ile yüksek negatif korelasyonu olan diğer süt bileşeni yağdır ($r = -0.806$, $P < 0.01$). Diğer yandan, bu çalışmada gözlemlendiği gibi sütün EI ve DN değeri arasında düşük düzeyde pozitif korelasyon ($r = 0.322$, $P < 0.01$), Türkiye'nin Trakya bölgesindeki bazı laktasyondaki ineklere dayalı olarak Kaşıkçı et al. (2012) tarafından da bildirilmiştir.

Bu çalışmada, DN üzerine önemli ($P < 0.05$) etkisi olan tek faktör ineklerin yaşı idi, ancak yaşa göre belirgin bir eğilim yoktu (Bkz. Bölüm 5.4.4.1). Bununla birlikte, ineklerin yaşına göre DN değeri değişimi, yaş gruplarına göre laktoz ve tuz yüzdeleri ile uyumlu görünmektedir.

Bu çalışmada bir süt örneğinde gözlenen minimum DN değeri (-0.800 °C), beklenen DN aralığının dışında olduğu için tuhaf görünmektedir. Ayrıca, DN

değeri $-0.700\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'den düşük 18 örnek (toplam örnek sayısının %7.7'si) olup, bu değer ($-0.700\text{ }^{\circ}\text{C}$), Lactoscan cihazının (ultrasonik süt analiz cihazı) Kullanım Kılavuzuna göre beklenen ölçüm aralığının (-0.400 ila $-0.700\text{ }^{\circ}\text{C}$) en düşük değeri idi. Diğer yandan, bu çalışmadaki süt örneklerinden dördü nispeten yüksek bir DN değerine ($> -0.505\text{ }^{\circ}\text{C}$) sahipti. Çalışmada kullandığımız Lactoscan cihazının Kullanım Kılavuzunda, “süt analiz cihazı DN değerini ölçmez, fakat onu bağlı olduğu bileşenlerden hesaplar” ifadesi yer almakta ve “laktoz + tuzlar”ın DN değerini esas olarak etkileyen çözünür bileşenler olduğu vurgulanmaktadır. Bu durumda, bu çalışmadaki, özellikle bazı N'Dama inek sütü örneklerindeki aşırı yüksek laktoz değerleri, bazı aşırı düşük DN değerlerini açıklamaktadır. Benzer şekilde, bazı düşük laktoz değerleri bazı yüksek DN değerlerini açıklamaktadır.

Bu arada, DN değeri, süte su katılma durumunu test etmek için bir parametre olarak süt sektöründe yaygın şekilde kullanılmaktadır. Bhandari and Singh (2011), DN değerinin süt endüstrisinde esas olarak süte eklenen suyu belirlemek için kullanıldığını bildirmiş, ancak DN değerinin ayrıca sütün laktoz içeriğini belirlemek, yağsız süt tozundaki peynir altı suyu tozu içeriğini tahmin etmek ve peynirin su aktivitesini belirlemek için de kullanılabileceğini belirtmiştir. Ancak çalışmamızda, analiz edilen örneklerde suyla herhangi bir taşış olduğundan şüphelenilmemiştir, zira örnekler her sağımdan sonra yetiştiricilerden doğrudan alınmıştır.

5.4.4 Süt parametreleri için incelenen temel faktörlere genel bakış

5.4.4.1 İneklerin yaşı

İneklerin yaşı, bu çalışmada sütün üç bileşenini (YKM, protein ve tuzlar) ve iki fiziksel özelliğini (yoğunluk ve DN) önemli düzeyde etkileyen ($P < 0.05$) önemli bir faktördü, ancak alt kategorileri arasında belirgin bir eğilim görülemedi. Ancak Cheruiyot et al. (2018), Tanzanya'daki melez süt ineklerinin süt kompozisyonunu incelediği çalışmada, ineklerin yaşının incelenen süt bileşenlerinin (yağ, protein, kazein, laktoz, YKM ve KM) hiçbirini üzerine istatistiki olarak önemli bir etkisini bulmamıştır. İki çalışma arasındaki böyle bir farklılık, ineklerin yaşı bakımından alt sınıflandırma, hayvanların ırkı, sürü

yönetimi ve verilerin analizinde kullanılan istatistik modellerdeki farklılıklardan kaynaklanabilir.

Bu çalışmada, ineklerin yaşının söz konusu süt bileşenleri ve fiziksel özellikleri üzerine etkileri bakımından belirli bir eğilimin olmaması, özellikle çiftçilerin çoğu kayıt tutmadığı için, örnekleme sırasında çiftçiler veya çobanlar tarafından yaşla ilgili verilen bilgilerin her durumda mutlaka doğru olmamasından kaynaklanıyor olabilir. Ayrıca, her yaş alt kategorisindeki frekansların eşit olmayan dağılımından kaynaklanabilir. Mesela, örnek alınan ineklerin yaklaşık %66'sı 6 ila 8 yaşındaydı, ancak 3 ila 20 yaş arasında değişen geniş bir aralık vardı (Bkz. Tablo 5.1). Diğer bir neden ise ineklerin yaklaşık yarısının laktasyon döneminin belirlenememesi ve bu nedenle modele dâhil edilememesidir.

Laktasyon dönemi, özellikle süt verimindeki değişime bağlı olarak, sütün bileşimini etkileyen önemli faktörlerden biridir. Agyemang et al. (1988), N'Dama sütünün yağ yüzdesinin çok erken laktasyonda %3, geç laktasyonda %7 olduğunu ve laktasyonun 25-30 haftaları için ortalama değerin %5.2 olduğunu belirlemiştir. Bu arada, geleneksel sağım sistemini inceleyen ilerdeki çalışmalarda, örneklemeden önce, dâhil edilecek ineklerin yaşının önceden belirlenmesi tavsiye edilir.

Tablo 5.1. Süt örneği alınan N'Dama ineklerinin yaşı

Yaş (yıl)	Frekans	Yüzde (%)	Yaş (yıl)	Frekans	Yüzde (%)
3	1	0.4	12	6	2.6
4	8	3.4	13	2	0.9
5	18	7.7	14	1	0.4
6	43	18.5	15	4	1.7
7	61	26.2	16	1	0.4
8	49	21.0	17	2	0.9
9	16	6.9	19	2	0.9
10	13	5.6	20	1	0.4
11	5	2.1	Toplam	233	100.0

5.4.4.2 Süt örnekleme mevsimi

Bu çalışmada, örnekleme mevsiminin süt bileşenlerinden yağ yüzdesi üzerine istatistiki olarak önemli etkiye ($P < 0.05$) sahip olduğu (yağmurlu ve erken kurak mevsimlerde sırasıyla %5.26 ve %6.15), ancak incelenen herhangi bir fiziksel özellik üzerine etkili olmadığı ($P > 0.05$) görülmüştür. Yağ içeriği için daha fazla açıklama, erken kurak mevsimde daha az yem bulunması ve yeşil yemin çok az olması veya hiç olmaması nedeniyle ineklerin daha fazla kuru ot tüketmesi olabilir. İneklerin rasyonlarında yüksek oranda kuru otun süt miktarını azalttığı ancak yağ oranını artırdığı bilinmektedir. Bu arada, mevsim ve besleme şekli bu çalışmada incelenen parametreler üzerinde benzer etkilere sahip görünmektedir, zira yem takviyesi esas olarak kurak mevsimde yapılmaktadır.

5.4.4.3 Besleme şekli

Bu çalışmada yem takviyesi yapılmasına dayalı olarak üç gruba ayrılan besleme şekli, incelenen süt bileşenlerinin ve özelliklerinin hiçbirinde istatistiki olarak önemli bir etkiye sahip değildi ($P > 0.05$). Bununla birlikte, bu faktör, KM ($P = 0.095$) ve yağda ($P = 0.089$) olduğu gibi süt bileşimi üzerindeki etkisi nedeniyle daha fazla incelemeye değerdir. Kenya'da gözlendiği gibi (Kashongwe et al., 2017), küçük ölçekli süt hayvancılığı sistemi altındaki besleme uygulamaları çok çeşitlidir. Aynı zamanda çok karmaşıktır, zira hayvanlar zamanlarının çoğunu çayır ve meralarda otlayarak geçirirler ve tüketilen ot türü kolayca bilinemez. Yem takviyesi yapıldığında, verilen yemin türü ve miktarı ile bunu yapmanın istikrarlılığı genellikle çok net değildir. Tanzanya'da da gözlendiği gibi (Cheruiyot et al., 2018), çayır-mera kıtlığı nedeniyle Gambiya'da kurak mevsim sığırlar için yılın en zor dönemidir. Bu mevsimde çiftçiler (çoğunlukla agropastoralistler) hayvanlarına genellikle zirai artıklar ve bazen de mineral yalama bloğu ve tuz vermektedir. Süt bileşimi hakkında ülkeye özel veriler oluşturma ihtiyacı göz önüne alındığında, farklı besleme rejimlerinin sütün hem makro besin maddelerinin hem mikro besin maddelerinin varyasyonu üzerindeki etkisi vurgulanmıştır (Schönfeldt et al., 2012).

5.4.4.4 Kıl örtüsü rengi

Kıl örtüsü renginin bazı süt bileşenleri için (KM, yağ ve laktoz) potansiyel önemli etkiye sahip olduğu (P değerleri 0.05 ile 0.10 arasında) belirlenmiştir. Kıl örtüsü renginin süt bileşimi üzerine önemli etkiye sahip olabileceği gözlenmiştir (Prabhakar et al., 2018). Bu konuyla ilgili mevcut birkaç literatür, sıcaklık ve nem gibi çevre faktörlerinin neden olduğu sıcaklık stresi perspektifinden kıl örtüsü rengi ve süt bileşimi arasındaki ilişkiyi açıklamaya çalışmıştır. Meme bezindeki fizyolojik süreçler sıcaklık stresinden etkilenir ve bu üretilen sütün bileşiminde değişikliklere yol açar. Bu çalışmada gözlendiği gibi, daha açık kıl örtüsü rengine sahip hayvanlar (açık kahverengi renkli N'Dama inekleri) tropik iklimde sıcaklık stresıyla daha iyi başa çıkıyor ve daha iyi süt üretiyor görünmektedir, ancak bu durumu ikna edici bir şekilde ortaya koymak için daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sistematiik Derleme ve Meta-analiz

Bu çalışmada Gambiya’da sığırlar için tahmin edilen %5.2 (%95 GA: 4.0 – 6.4) düzeyindeki havuzlanmış tripanosomozis prevalansı nispeten düşüktür, çünkü tripanosom teşhisi için yaygın olarak kullanılan BCT yöntemi çok hassas değildir ve ayrıca ülkedeki saha yetiştirme şartları altında çoğunlukla hayatta kalabilen N'Dama sığır ırkı AHT'ye toleranslıdır. Öte yandan tahmin edilen bu ulusal prevalans değeri, ülkede AHT tehdidinin devam ettiğini ve hastalığın göz ardı edilmemesi gerektiğini ifade etmektedir. Bu hastalığın boyutunu sistematiik olarak belirlemek ve ayrıca yenilikçi bir şekilde kontrol ve eliminasyon stratejileri geliştirmek amacıyla saha şartlarında ruminant hayvan yetiştiriciliği sistemi altında AHT'nin düzenli sürveyansı için hala önemli çaba ve kaynağa ihtiyaç vardır.

Genel prevalansı tahmin etmeye çalıştığımız bakış açıları, özellikle tripanosom teşhis yöntemlerine ve çalışmanın konumlarına dikkat edilmeden tüm çalışmaların birleştirildiği duruma göre daha iyi sonuçları yansıtıyor gibi görünmektedir. Meta-analizde anlamlı bir birleştirilebilirlik için prevalans sonuçlarını ayırtan bu yaklaşım, aksi takdirde gizli kalabilecek bazı nüansları ayırt etmemize ve tanımlamamıza da yardımcı olmuştur. Bu nedenle, tripanosom teşhis yöntemleri, gözlem yılı, hayvanların yaşı ve çalışma konumlarının, bir bölgedeki gerçek tripanosomozis prevalansının tahminini etkileyen faktörler olarak düşünülmesi önerilmektedir. Hayvanların cinsiyeti, fizyolojik durumu, sürü kompozisyonu ve yılın mevsimleri de dikkate alınması gereken diğer önemli faktörlerdir.

Anket Çalışması

AHT ve süt üretimi ile ilgili bilgilerimiz, özellikle doğal otlatmaya dayalı sığır yetiştiriciliği sistemi kapsamında, hala sınırlıdır. Bu arada, bu çalışmada belirtildiği gibi, mevsim, AHT'nin laktasyondaki inekler ve süt üretimi üzerindeki etkilerini anlamada laktasyon döneminden daha tutarlı görünmektedir. Bu

kavrama önemlidir ve bu konuda daha sonraki çalışmalar için arka plan bilgisi olarak hizmet edecektir. Gerçek saha verilerinin toplanmasını içerecek olan bu tür bir araştırmanın sonucu, nihayetinde yetiştiricilerin sürülerini daha iyi yönetmelerine ve özellikle AHT'nin süt üretimi ile etkileşimi bakımından bilgiye dayalı kararlar almalarına yardımcı olacaktır. Bu çalışmadaki katılımcıların, enfekte ineklerde çeşitli AHT belirtilerini vurgulayabilmeleri, hastalığı iyi anladıkları ve dolayısıyla bununla ilgili epidemiyoloji ve eradikasyon girişimlerinde anahtar roller oynayabilecekleri anlamına gelmektedir.

Ülkedeki çiftçilere bugüne kadar birçok kez, aynı özelliklere ve uygulamalara sahip bir grup olarak yaklaşıldı, ancak bu çalışmada gösterildiği gibi durum böyle değildir. Bu nedenle, agropastoral tarım sistemindeki çiftçilerin, veterinerlik veya süt üretim programları planlanmadan veya uygulanmadan önce özellikle sürüyle bağlantı durumu, cinsiyeti, etnik grubu ve yaşına göre sınıflandırılması ihtiyacı bu çalışmada ortaya konmuştur. Bu arada, burada sunulan değişkenler arasındaki ilişkinin gücü incelenirken, alt gruplara göre katılımcıların örnek büyüklüğü de dikkate alınmalıdır.

Kan Örneklerinin Mikroskopi ve Moleküler Analizi

Gambiya'daki *Trypanosoma* türlerini ve miktarını belirlemek amacıyla, ülkedeki altı bölgenin beşinde çeşitli kategorilerdeki sığırlardan 900'den fazla kan örneği alınmıştır. Mikroskopi yöntemine dayalı mevcut sonuçlar, mevsim dikkate alınmadığı takdirde, *T. congolense* ve *T. vivax* varlığının hemen hemen aynı oranda olduğunu göstermektedir. Bu arada, kullanılan üç tripanosom teşhis yönteminin (BCT, qPZR ve geleneksel PZR) hiçbiri ile *T. brucei* belirlenmemiştir. Mikroskopla *T. congolense* ve *T. vivax* için pozitif bulunan örneklerde, kullanılan PZR yöntemlerinden herhangi biri ile teşhis yapılamamıştır. Bu gözlem için muhtemel nedenler belirtilerek tartışılmıştır. Burada bildirilen PZR çalışmasını iyileştirmek için benzer bir konuda gelecekte yapılacak çalışmalarda belirtilen noktalara dikkat edilmesi önerilir.

Süt Analizi

İneklerden alınan süt örneklerinin analizi, N'Dama gibi yerli sığır ırklarının süt bileşimi ve fiziksel özelliklerinin, beklendiği gibi, belirli hayvan ve yönetim faktörlerine göre değiştiğini göstermektedir. N'Dama inek sütünde kuru madde ve yağ içeriklerinin yüksek, laktoz içeriğinin nispeten yüksek olduğu belirlenmiştir. Fiziksel özellikleri ile ilgili olarak, sütün donma noktası ve elektrik iletkenliği, sütçü ırklarinkine kıyasla nispeten düşüktür. Süt bileşiminin ve özelliklerinin burada yapıldığı gibi gözleme dayalı olarak değerlendirilmesi, araştırmacılar, hükümet, sivil toplum kuruluşları, kalkınma ajansları ve özel kuruluşlar gibi çeşitli paydaşların, N'Dama sütünün sığırların yönetiminde ve insan beslenmesinde potansiyel olarak oynayabileceği rolleri, uygun müdahale stratejileri planlamak bakımından anlamalarına yardımcı olacaktır.

Buradaki süt verilerinin toplandığı doğal saha koşullarının, özellikle ilgili çiftçilerin farklı uygulamaları nedeniyle ve neredeyse hiç kayıt tutulmaması yüzünden çok zorlayıcı olduğunu belirtmek gerekir. Gelecekteki bir çalışmada böyle bir zorluğun üstesinden gelmek, laktasyondaki ineklerin gruplandırılmasına ve çiftçilerin uygulamalarına daha titiz bir yaklaşım gerektirebilir. Bununla birlikte, bu çalışmada elde edilen sonuçlar önemlidir ve halen yetersiz literatür bulunan bir alan olan yerli sığır ırklarının süt bileşimi ve özelliklerinin daha iyi anlaşılmasına yönelik bilgilere katkıda bulunmaktadır. Bu çalışmada sunulan veri ve bilgiler, geleneksel bir hayvancılık sisteminde yetiştirilen taurin sığırlarının (*Bos taurus*) süt bileşimi ve özellikleri hakkında daha sonraki çalışmalar için iyi ve güvenilir bir arka plan olarak kabul edilmektedir. Ayrıca bu çalışmanın, incelenen süt parametreleri ile ilgili daha fazla tartışma için bir itici güç olduğuna inanılmaktadır.

Politika Önerileri

Buradaki çalışmaların sonuçlarına göre aşağıdaki politika önerileri getirilebilir:

- Çiftçiler, bireysel veya grup olarak, özellikleri ve tarımsal uygulamaları bakımından benzersizdir. Bu nedenle, çiftçilerin bu gruplar açısından tanımlanması, politika planlaması ve uygulamasında dikkate alınmalıdır.

- Çiftçiler, tabiatında var olan birçok faktöre dayalı olarak kararlar alır ve önerileri benimser. Burada belirtilen tarımsal sistemle AHT'yi kontrol etmeyi ve süt üretimini artırmayı amaçlayan politikanın, çiftçilerin yüksek oranda dâhil olması gereken paydaş istişaresi yoluyla bu faktörleri belirlemesi ve keşfetmesi gerekmektedir.

- Ulusal düzeyde eş zamanlı olarak çeçe sineği kaynaklı AHT'yi kontrol etme ve süt üretimini artırma amacıyla, agropastoralistlerin oynayacağı birçok rol vardır. Bu nedenle, bunu etkinleştirme politikasının bu rolleri geliştirmek üzere formüle edilmesi gerekmektedir.

- Yerli sığır ırkları ve çiftçilerin uygulamaları hakkında öğrenilecek halen daha çok şey vardır. Bu konuda gerçekten daha fazla araştırmaya ihtiyaç bulunmaktadır.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Adams, E.R., Hamilton, P.B., and Gibson, W.C.,** 2010. African trypanosomes: celebrating diversity, *Trends in Parasitology*, 26(7), 324–328. <https://doi.org/10.1016/J.PT.2010.03.003>
- Agyemang, K., Jeannin, P., Grieve, A.S., Bah, M.L., and Dwinger, R.H.,** 1988. Milk extraction for human consumption from N'Dama cattle under village management conditions in The Gambia, pp. 231–245. In: *Livestock Production in Tsetse Affected Areas in Africa*. Proc. of a meeting held in Nairobi, Kenya from the 23rd to 27th November 1987 organized by the ILCA and ILRAD.
- Agyemang, K., Dwinger, R.H., Jeannin, P., Leperre, P., Grieve, A.S., Bah, M.L., and Little, D.A.,** 1990a. Biological and economic impact of trypanosome infections on milk production in N'Dama cattle managed under village conditions in The Gambia. *Animal Production*, 50(3), 383–389. <https://doi.org/10.1017/S0003356100004864>.
- Agyemang, K., Dwinger, R.H., Touray, B.N., Jeannin, P., Fofana, D., and Grieve, A.S.,** 1990b. Effects of nutrition on degree of anaemia and liveweight changes in N'Dama cattle infected with trypanosomes. *Livestock Production Science*, 26(1), 39–51. [https://doi.org/10.1016/0301-6226\(90\)90054-A](https://doi.org/10.1016/0301-6226(90)90054-A)
- Agyemang, K., Dwinger, R.H., Grieve, A.S., and Bah, M.L.,** 1991a. Milk production characteristics and productivity of N'Dama cattle kept under village management in The Gambia. *Journal of Dairy Science*, 74(5), 1599–1608. [https://doi.org/10.3168/JDS.S0022-0302\(91\)78322-7](https://doi.org/10.3168/JDS.S0022-0302(91)78322-7)
- Agyemang, K., Dwinger, R.H., Little, D.A., Leperre, P., and Grieve, A.S.,** 1991b. Interaction between physiological status in N'Dama cows and trypanosome infections and its effect on health and productivity of cattle in Gambia. *Acta Tropica*, 50(2), 91–99. [https://doi.org/10.1016/0001-706X\(91\)90001-Z](https://doi.org/10.1016/0001-706X(91)90001-Z)

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Agyemang, K., Little, D.A., Mattioli, R., Sonko, E., and Janneh, L., 1993.** Effects of trypanosome infection and postpartum liveweight change on resumption of reproduction activity in N'Dama cows. *Theriogenology*, 39(4), 985–995.
- Agyemang, K., Dwinger, R.H., Little, D.A., and Rowlands, G.J., 1997.** *Village N'Dama Cattle Production in West Africa: Six years of research in The Gambia*. International Livestock Research Institute (Nairobi, Kenya) and International Trypanotolerance Centre (Banjul, The Gambia), 131 pp.
- Ahmed, H.A., Picozzi, K., Welburn, S.C., and MacLeod, E.T., 2013.** A comparative evaluation of PCR- based methods for species- specific determination of African animal trypanosomes in Ugandan cattle. *Parasites and Vectors*, 6(1), 316. <https://doi.org/10.1186/1756-3305-6-316>
- Ajmone-Marsan, P., Garcia, J.F., and Lenstra, J.A., 2010.** On the origin of cattle: How aurochs became cattle and colonized the world. *Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews*, 19(4), 148–157. <https://doi.org/10.1002/evan.20267>
- Akinbamijo, O.O., Reynolds, L., Sherington, J., and Nsahlai, I.V., 1994.** Effects of postpartum *Trypanosoma vivax* infection on feed intake, liveweight changes, milk yield and composition in West African Dwarf ewes and associated lamb growth rates. *The Journal of Agricultural Science*, 123(3), 387–392. <https://doi.org/10.1017/S0021859600070404>
- Alothman, M., Hogan, S.A., Hennessy, D., Dillon, P., Kilcawley, K.N., O'Donovan, M., Tobin, J., Fenelon, M.A., O'Callaghan, T.F., 2019.** The “grass-fed” milk story: Understanding the impact of pasture feeding on the composition and quality of bovine milk. *Foods*, 8(8), 350. <https://doi.org/10.3390/foods8080350>
- Alsan, M., 2015.** The Effect of the TseTse Fly on African Development. *American Economic Review*, 105(1), 382–410. <https://doi.org/10.1257/aer.20130604>

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Antanaitis, R., Juozaitienė, V., Jonike, V., Baumgartner, W., and Paulauskas, A.,** 2021. Milk lactose as a biomarker of subclinical mastitis in dairy cows. *Animals*, 11(6), 1736. <https://doi.org/10.3390/ANI11061736>
- Anzures-Olvera, F., Véliz, F.G., de Santiago, A., García, J.E., Mellado, J., Macías-Cruz, U., Avendaño-Reyes, L., Mellado, M.,** 2019. The impact of hair coat color on physiological variables, reproductive performance and milk yield of Holstein cows in a hot environment. *Journal of Thermal Biology*, 81, 82–88. <https://doi.org/10.1016/J.JTHERBIO.2019.02.020>
- Auty, H.K., Picozzi, K., Malele, I., Torr, S.J., Cleaveland, S., and Welburn, S.,** 2012. Using Molecular Data for Epidemiological Inference: Assessing the Prevalence of *Trypanosoma brucei rhodesiense* in Tsetse in Serengeti, Tanzania. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, 6(1), e1501. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PNTD.0001501>
- Auty, H., Torr, S.J., Michoel, T., Jayaraman, S., and Morrison, L.J.,** 2015. Cattle trypanosomosis: the diversity of trypanosomes and implications for disease epidemiology and control. *Revue Scientifique et Technique*, 34(2), 587–598.
- Barendregt, J.J., Doi, S.A., Lee, Y.Y., Norman, R.E., and Vos, T.,** 2013. Meta-analysis of prevalence. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 67(11), 974–978. <https://doi.org/10.1136/jech-2013-203104>
- Bargul, J.L., Jung, J., McOdimba, F.A., Omogo, C.O., Adung'a, V.O., Krüger, T., Masiga, D.K., Engstler, M.,** 2016. Species-Specific Adaptations of Trypanosome Morphology and Motility to the Mammalian Host. *PLOS Pathogens*, 12(2), e1005448. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1005448>
- Bateki, C.A., van Dijk, S., Wilkes, A., Dickhoefer, U., and White, R.,** 2020. Meta-analysis of the effects of on-farm management strategies on milk yields of dairy cattle on smallholder farms in the Tropics. *Animal*, 14(12), 2619–2627. <https://doi.org/10.1017/S1751731120001548>

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Batista, J.S., Riet-Correa, F., Teixeira, M.M.G., Madruga, C.R., Simões, S.D.V., Maia, T.F.,** 2007. Trypanosomiasis by *Trypanosoma vivax* in cattle in the Brazilian semiarid: Description of an outbreak and lesions in the nervous system. *Veterinary Parasitology*, 143, 174–181. <https://doi.org/10.1016/J.VETPAR.2006.08.017>
- Batista, J.S., Freitas, C.I.A., da Silva, J.B., Cavalcante, T.V., de Paiva, K.A.R., Lopes, F.C., Rodrigo, L.,** 2017. Clinical evaluation and reproductive indices of dairy cows naturally infected with *Trypanosoma vivax*. *Semina: Ciências Agrárias*, 38(5), 3031–3038. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2017v38n5p3031>
- Bennison, J.J., Barton, D., and Jaitner, J.,** 1997. The production objectives and feeding strategies of ruminant livestock owners in the Gambia: Implications for policy makers. *Agricultural Systems*, 55(3), 425–444. [https://doi.org/10.1016/S0308-521X\(97\)00002-4](https://doi.org/10.1016/S0308-521X(97)00002-4)
- Berglund, I., Pettersson, G., Ostensson, K., and Svennersten-Sjaunja, K.,** 2007. Quarter milking for improved detection of increased SCC. *Reproduction in Domestic Animals*, 42(4), 427–432. <https://doi.org/10.1111/J.1439-0531.2006.00803.X>
- Bhandari, V., and Singh, H.,** 2011. Analytical methods: Physical methods. Volume 1, pp. 248-255. In: Encyclopedia of Dairy Sciences, 2nd edition. J.W. Fuquay, P.F. Fox, and P.L.H. McSweeney (Eds.). Elsevier Academic Press.
- Bijl, E., van Valenberg, H.J.F., Huppertz, T., and van Hooijdonk, A.C.M.,** 2013. Protein, casein, and micellar salts in milk: Current content and historical perspectives. *Journal of Dairy Science*, 96(9), 5455–5464. <https://doi.org/10.3168/JDS.2012-6497>
- Bjerg, M., Rasmussen, M.D., and Nielsen, M.O.,** 2005. Changes in Freezing Point of Blood and Milk During Dehydration and Rehydration in Lactating Cows. *Journal of Dairy Science*, 88, 3174–3185. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)73001-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)73001-0)

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Blum, J.W., Kunz, P., Leuenberger, H., Gautschi, K., and Keller, M., 1983.** Thyroid hormones, blood plasma metabolites and haematological parameters in relationship to milk yield in dairy cows. *Animal Science*, 36(1), 93–104. <https://doi.org/10.1017/S0003356100039982>
- Boas, D.F.V., Filho, A.E.V., Pereira, M.A., Junior, L.C.R., and El Faro, L., 2017.** Association between electrical conductivity and milk production traits in Dairy Gyr cows. *Journal of Applied Animal Research*, 45(1), 227–233. <https://doi.org/10.1080/09712119.2016.1150849>
- Bonfiglioli, A.M., 1993.** Agro-pastoralism in Chad as a Strategy for Survival: An Essay on the Relationship between Anthropology and Statistics. World Bank Technical Paper Number 214, The World Bank, Washington D.C.
- Brun, R., Hecker, H., and Lun, Z.-R., 1998.** *Trypanosoma evansi* and *T. equiperdum*: distribution, biology, treatment and phylogenetic relationship (a review). *Veterinary Parasitology*, 79(2), 95–107. [https://doi.org/10.1016/S0304-4017\(98\)00146-0](https://doi.org/10.1016/S0304-4017(98)00146-0)
- Burian, A., Karaya, R., Wernersson, J.E.V., Egberth, M., Lokorwa, B., and Nyberg, G., 2019.** A community-based evaluation of population growth and agro-pastoralist resilience in Sub-Saharan drylands. *Environmental Science and Policy*, 92, 323–330. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2018.10.021>
- Byamungu, M., Nkwengulila, G., and Matembo, S., 2016.** Evaluation of knowledge, attitude and practices of agro-pastoralists on tsetse fly (*Glossina* sp.) in Western Serengeti Tanzania. *Journal of Veterinary Medicine and Animal Health*, 8(11), 169–175.
- Campigotto, G., Da Silva, A.S., Volpato, A., Balzan, A., Radavelli, W.M., Soldá, N.M., Grosskopf, H.M., Stefani, L.M., Bianchi, A.E., Monteiro, S.G., Tonin, A.A., Weiss, P.H.E., Miletto, L.C., Lopes, S.T.A., 2015.** Experimental infection by *Trypanosoma evansi* in sheep: Occurrence of transplacental transmission and mice infection by parasite present in the colostrum and milk of infected ewes. *Veterinary Parasitology*, 212(3–4), 123–129. <https://doi.org/10.1016/J.VETPAR.2015.07.007>

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Chagunda, M.G.G., Mwangwela, A., Mumba, C., Dos Anjos, F., Kawonga, B.S., Hopkins, R., and Chiwona-Kartun, L.,** 2016. Assessing and managing intensification in smallholder dairy systems for food and nutrition security in Sub-Saharan Africa. *Regional Environmental Change*, 16(8), 2257–2267. <https://doi.org/10.1007/s10113-015-0829-7>
- Chanie, M., Adula, D., and Bogale, B.,** 2013. Socio-Economic Assessment of the Impacts of Trypanosomiasis on Cattle in Girja District, Southern Oromia Region, Southern Ethiopia. *Acta Parasitologica Globalis*, 4(3), 80–85. <https://doi.org/10.5829/idosi.apg.2013.4.3.7523>
- Cheng, R., Mantovani, A., and Frazzoli, C.,** 2017. Analysis of food safety and security challenges in emerging African food producing areas through a One Health lens: The dairy chains in Mali. *Journal of Food Protection*, 80(1), 57–67. <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-15-561>
- Cheruiyot, E.K., Bett, R.C., Amimo, J.O., and Mujibi, F.D.N.,** 2018. Milk Composition for Admixed Dairy Cattle in Tanzania. *Frontiers in Genetics*, 9, 142. <https://doi.org/10.3389/fgene.2018.00142>
- Claxton, J.R., Leperre, P., Rawlings, P., Snow, W.F., and Dwinger, R.H.,** 1992. Trypanosomiasis in cattle in Gambia: Incidence, prevalence and tsetse challenge. *Acta Tropica*, 50(3), 219–225. [https://doi.org/10.1016/0001-706X\(92\)90078-C](https://doi.org/10.1016/0001-706X(92)90078-C)
- Cortez, A.P., Ventura, R.M., Rodrigues, A.C., Batista, J.S., Paiva, F., Machado, R.Z., Gibson, W.C., Teixeira, M.M.G.,** 2006. The taxonomic and phylogenetic relationships of *Trypanosoma vivax* from South America and Africa. *Parasitology*, 133, 159–169. <https://doi.org/10.1017/S0031182006000254>
- Costa, A., Lopez-Villalobos, N., Sneddon, N.W., Shalloo, L., Franzoi, M., De Marchi, M., Penasa, M.,** 2019a. Invited review: Milk lactose — Current status and future challenges in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 102(7), 5883–5898. <https://doi.org/10.3168/JDS.2018-15955>

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Costa, A., Lopez-Villalobos, N., Visentin, G., De Marchi, M., Cassandro, M., and Penasa, M.,** 2019b. Heritability and repeatability of milk lactose and its relationships with traditional milk traits, somatic cell score and freezing point in Holstein cows. *Animal*, 13(5), 909–916. <https://doi.org/10.1017/S1751731118002094>
- Courtin, D., Berthier, D., Thevenon, S., Dayo, G.-K., Garcia, A., and Bucheton, B.,** 2008. Host genetics in African trypanosomiasis. *Infection, Genetics and Evolution*, 8(3), 229–238. <https://doi.org/10.1016/J.MEEGID.2008.02.007>
- Cox, A., Tilley, A., McOdimba, F., Fyfe, J., Eisler, M., Hide, G., and Welburn, S.,** 2005. A PCR based assay for detection and differentiation of African trypanosome species in blood. *Experimental Parasitology*, 111(1), 24–29. <https://doi.org/10.1016/j.exppara.2005.03.014>
- da Silva, R., La Scala Jr., N., and Tonhati, H.,** 2003. Radiative properties of the skin and haircoat of cattle and other animals. *Transactions of the ASAE*, 46(3), 913–918. <https://doi.org/10.13031/2013.13567>
- DAD-IS,** 2021. Domestic Animal Diversity Information System (DAD-IS). <https://www.fao.org/dad-is/browse-by-country-and-species/en/> (Erişim tarihi: 31 Aralık 2021).
- Dagnachew, S., Tsegaye, B., Awukew, A., Tilahun, M., Ashenafi, H., Rowan, T., Abebe, G., Barry, D.J., Terefe, G., Goddeeris, B.M.,** 2017. Prevalence of bovine trypanosomosis and assessment of trypanocidal drug resistance in tsetse infested and non-tsetse infested areas of Northwest Ethiopia. *Parasite Epidemiology and Control*, 2(2), 40–49. <https://doi.org/10.1016/J.PAREPI.2017.02.002>
- Darfour-Oduro, K.A., Sottie, E.T., Hagan, B.A., and Okantah, S.A.,** 2010. Milk yield and lactation length of Ghana Sanga and its crosses with the Friesian raised under agropastoral system. *Tropical Animal Health and Production*, 42(3), 349–356. <https://doi.org/10.1007/s11250-009-9425-5>

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Daunoras, J., and Knyš, A.,** 2008. Research into correlation of milk electrical conductivity and freezing point depression. *Elektronika Ir Elektrotechnika*, 81(1), 23–26.
- Dayo, G.-K., Bengaly, Z., Messad, S., Bucheton, B., Sidibe, I., Cene, B., Cuny, G., Thevenon, S.,** 2010. Prevalence and incidence of bovine trypanosomosis in an agro-pastoral area of southwestern Burkina Faso. *Research in Veterinary Science*, 88(3), 470–477. <https://doi.org/10.1016/J.RVSC.2009.10.010>
- Dayo, G.K., Gautier, M., Berthier, D., Poivey, J.P., Sidibe, I., Bengaly, Z., Eggen, A., Boichard, D., and Thevenon, S.,** 2012. Association studies in QTL regions linked to bovine trypanotolerance in a West African crossbred population. *Animal Genetics*, 43(2), 123–132. <https://doi.org/10.1111/J.1365-2052.2011.02227.X>.
- de'Besi, G., and Thieme, O.,** 2013. Optimum use of milk in traditionally managed cattle herds in the tropics. *Tropical Animal Health and Production*, 45(5), 1079-1086. <https://doi.org/10.1007/s11250-013-0372-9>
- Debela, N., McNeil, D., Bridle, K., and Mohammed, C.,** 2019. Adaptation to climate change in the pastoral and agropastoral systems of Borana, South Ethiopia: Options and barriers. *American Journal of Climate Change*, 08(1), 40–60. <https://doi.org/10.4236/ajcc.2019.81003>
- Degen, A.A.,** 2011. Transformation of Borana from nomadic pastoralists to agropastoralists and shift of livestock from cattle to include more goats, camels and sheep in Southern Ethiopia. *International Journal of Business and Globalisation*, 6(3/4), 292–312. <https://doi.org/10.1504/IJBG.2011.039389>
- Desquesnes, M., and Dávila, A.M.R.,** 2002. Applications of PCR-based tools for detection and identification of animal trypanosomes: a review and perspectives. *Veterinary Parasitology*, 109(3–4), 213–231.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Desquesnes, M., Dargantes, A., Lai, D.-H., Lun, Z.-R., Holzmüller, P., and Jittapalapong, S.,** 2013. *Trypanosoma evansi* and Surra: A Review and Perspectives on Transmission, Epidemiology and Control, Impact, and Zoonotic Aspects. *BioMed Research International*, 2013, 1–20. <https://doi.org/10.1155/2013/321237>
- Desquesnes, M.,** 2017. Compendium of standard diagnostic protocols for animal trypanosomoses of African origin. OIE Reference Laboratory for Animal Trypanosomoses of African origin, Montpellier, 106p.
- Duffy, C.W., Morrison, L.J., Black, A., Pinchbeck, G.L., Christley, R.M., Schoenefeld, A., Tait, A., Turner, C.M.R., MacLeod, A.,** 2009. *Trypanosoma vivax* displays a clonal population structure. *International Journal for Parasitology*, 39(13), 1475–1483. <https://doi.org/10.1016/J.IJPARA.2009.05.012>
- Duval, S., and Tweedie, R.,** 2000. A nonparametric “Trim and Fill” method of accounting for publication bias in meta-analysis. *Journal of the American Statistical Association*, 95(449), 89–98. <https://doi.org/10.2307/2669529>
- Dwinger, R.H., Agyemang, K., Jeannin, P., and Grieve, A.S.,** 1987. Research project on the productivity of N'Dama cattle in Senegambia. Second Annual Report, International Trypanotolerance Centre, Banjul, The Gambia, 54p. [Cited from Agyemang et al. (1990b)].
- Dwinger, R.H., Clifford, D.J., Agyemang, K., Gettinby, G., Grieve, A.S., Kora, S., and Bojang, M.A.,** 1992. Comparative studies on N'Dama and zebu cattle following repeated infections with *Trypanosoma congolense*. *Research in Veterinary Science*, 52(3), 292–298.
- Dwinger, R.H., Agyemang, K., Kaufmann, J., Grieve, A.S., and Bah, M.L.,** 1994a. Effects of trypanosome and helminth infections on health and production parameters of village N'Dama cattle in The Gambia. *Veterinary Parasitology*, 54(4), 353–365.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Dwinger, R.H., Agyemang, K., Snow, W.F., Rawlings, P., Leperre, P., and Bah, M.L.,** 1994b. Productivity of trypanotolerant cattle kept under traditional management conditions in The Gambia. *Veterinary Quarterly*, 16(2), 81–86. <https://doi.org/10.1080/01652176.1994.9694424>
- Ejlertsen, M., Poole, J., and Marshall, K.,** 2012. Traditional breeding objectives and practices of goat, sheep and cattle smallholders in The Gambia and implications in relation to the design of breeding interventions. *Tropical Animal Health and Production*, 45(1), 219–229. <https://doi.org/10.1007/s11250-012-0194-1>
- FAO, 2020.** Food Outlook - Biannual Report on Global Food Markets. Food and Agriculture Organization, Rome, 169p.
- Fasogbon, A.I., Knowles, G., and Gardiner, P.R.,** 1990. A comparison of the isoenzymes of *Trypanosoma (Duttonella) vivax* isolates from East and West Africa. *International Journal for Parasitology*, 20(3), 389–394. [https://doi.org/10.1016/0020-7519\(90\)90156-H](https://doi.org/10.1016/0020-7519(90)90156-H)
- Faye, D., Fall, A., Leak, S., Losson, B., and Geerts, S.,** 2005. Influence of an experimental *Trypanosoma congolense* infection and plane of nutrition on milk production and some biochemical parameters in West African Dwarf goats. *Acta Tropica*, 93(3), 247–257. <https://doi.org/10.1016/J.ACTATROPICA.2004.10.008>
- Felius, M., Koolmees, P.A., Theunissen, B., European Cattle Genetic Diversity Consortium, and Lenstra, J.A.,** 2011. On the Breeds of Cattle—Historic and Current Classifications. *Diversity*, 3(4), 660–692. <https://doi.org/10.3390/d3040660>
- Fernando, R.S., Spahr, S.L., and Jaster, E.H.,** 1985. Comparison of electrical conductivity of milk with other indirect methods for detection of subclinical mastitis. *Journal of Dairy Science*, 68(2), 449–456. [https://doi.org/10.3168/JDS.S0022-0302\(85\)80844-4](https://doi.org/10.3168/JDS.S0022-0302(85)80844-4)

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Fetene, E., Leta, S., Regassa, F., and Büscher, P.,** 2021. Global distribution, host range and prevalence of *Trypanosoma vivax*: a systematic review and meta-analysis. *Parasites and Vectors*, 14: 80. <https://doi.org/10.1186/S13071-021-04584-X>
- Fox, P.F., Uniacke-Lowe, T., McSweeney, P.L.H., and O'Mahony, J.A.,** 2015. Dairy Chemistry and Biochemistry. Second edition. Springer International Publishing. ISBN: 978-3-319-14892-2
- Fre, Z., and Tsegay, B.,** 2013. Economic contribution of pastoral and agro pastoral production to food security and livelihoods systems in Africa: The case of Eastern Sudan, Eritrea and Western Ethiopia in the Horn of Africa. *Ethiopian E-Journal for Research and Innovation Foresight*, 5(2), 14–31.
- Gaithuma, A.K., Yamagishi, J., Martinelli, A., Hayashida, K., Kawai, N., Marsela, M., and Sugimoto, C.,** 2019. A single test approach for accurate and sensitive detection and taxonomic characterization of Trypanosomes by comprehensive analysis of internal transcribed spacer 1 amplicons. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, 13(2), e0006842. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PNTD.0006842>
- Gall, Y., Woitag, T., Bauer, B., Sidibe, I., McDermott, J., Mehlitz, D., and Clausen, P.-H.,** 2004. Trypanocidal failure suggested by PCR results in cattle field samples. *Acta Tropica*, 92, 7–16. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2004.04.003>
- Gargouri, A., Hamed, H., Ali, B.B., Elfeki, A., and Gdoura, R.,** 2014. Evaluation of Tunisian milk quality in dairy herds: Inter-relationship between chemical, physical and hygienic criteria. *Animal Science Journal*, 85(6), 714–721. <https://doi.org/10.1111/ASJ.12180>
- Garoma, S., Ayalew, W., and Hegde, P.B.,** 2013. Pastoralists and agro-pastoralists preferences for cattle breed and traits in Fentalle district of East Shoa zone of Oromia, Ethiopia. *African Journal of Agricultural Research*, 8(45), 5645–5650. <https://doi.org/10.5897/AJAR12.764>

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Gaucheron, F.**, 2005. The minerals of milk. *Reproduction Nutrition Development*, 45(4), 473–483. <https://doi.org/10.1051/rnd:2005030>
- GBoS**, 2020. "Population and demographics". Gambia Bureau of Statistics. www.gbosdata.org (Erişim tarihi: 10 Aralık 2020).
- Giordani, F., Morrison, L.J., Rowan, T.G., De Koning, H.P., and Barrett, M.P.**, 2016. The animal trypanosomiasis and their chemotherapy: a review. *Parasitology*, 143, 1862–1889. <https://doi.org/10.1017/S0031182016001268>
- GoTG**, 2020. Third National Communication under the UNFCCC. Ministry of Climate Change Environment and Natural Resources, Government of The Gambia, Banjul, 75pp.
- Hanuš, O., Frelich, J., Tomáška, M., Vyletělova, V., Genčurová, V., Kučera, J., and Trínáctý, J.**, 2010. The analysis of relationships between chemical composition, physical, technological and health indicators and freezing point in raw cow milk. *Czech Journal of Animal Science*, 55(1), 11–29.
- Heinrichs, J., Jones, C.M., Bailey, K.**, 2016. Milk components: Understanding milk fat and protein variation in your dairy herd. PennState Extension. <https://extension.psu.edu/milk-components-understanding-milk-fat-and-protein-variation-in-your-dairy-herd> (Erişim tarihi: 26.07.2021).
- Henningsson, M., Östergren, K., and Dejmek, P.**, 2005. The electrical conductivity of milk-The effect of dilution and temperature. *International Journal of Food Properties*, 8(1), 15–22. <https://doi.org/10.1081/JFP-200048143>
- Henno, M., Ots, M., Jõudu, I., Kaart, T., and Kärt, O.**, 2008. Factors affecting the freezing point stability of milk from individual cows. *International Dairy Journal*, 18(2), 210–215. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2007.08.006>
- Hernández-Castellano, L.E., Nally, J.E., Lindahl, J., Wanapat, M., Alhidary, I.A., Fanguero, D., Grace, D., Ratto, M., Bambou, J.C., de Almeida, A.M.**, 2019. Dairy science and health in the tropics: challenges and opportunities for the next decades. *Tropical Animal Health and Production*, 51, 1009-1017. <https://doi.org/10.1007/s11250-019-01866-6>

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Higgins, J.P.T., and Thompson, S.G.**, 2002. Quantifying heterogeneity in a meta-analysis. *Statistics in Medicine*, 21(11), 1539–1558. <https://doi.org/10.1002/sim.1186>
- Hoare, C.A.**, 1949. The haemoflagellates. In: Handbook of Medical Protozoology, Bailliere, Tindall and Cox, London, United Kindgom, xv + 334 pp.
- Holt, H.R., Selby, R., Mumba, C., Napier, G.B., and Guitian, J.**, 2016. Assessment of animal African trypanosomiasis (AAT) vulnerability in cattle-owning communities of sub-Saharan Africa. *Parasites and Vectors*, 9(1), 53. <https://doi.org/10.1186/s13071-016-1336-5>
- Houessou, S.O., Dossa, L.H., Diogo, R.V.C., Houinato, M., Buerkert, A., and Schlecht, E.**, 2019. Change and continuity in traditional cattle farming systems of West African Coast countries: A case study from Benin. *Agricultural Systems*, 168, 112–122. <https://doi.org/10.1016/J.AGSY.2018.11.003>
- Huedo-Medina, T.B., Sánchez-Meca, J., Marín-Martínez, F., and Botella, J.**, 2006. Assessing heterogeneity in meta-analysis: Q statistic or I^2 index? *Psychological Methods*, 11(2), 193–206. <https://doi.org/10.1037/1082-989X.11.2.193>
- Ilemobade, A.A.**, 2009. Tsetse and trypanosomosis in Africa: the challenges, the opportunities. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*, 76(1), 35–40.
- ILRI**, 2011. "Animal Genetics Training Resource", International Livestock Research Institute and Swedish University of Agricultural Sciences. Retrieved December 10, 2015, from <http://agtr.ilri.cgiar.org/agtrweb/>
- Isaac, C., Ciosi, M., Hamilton, A., Scullion, K.M., Dede, P., Igbinosa, I.B., Nmorsi, O.P.G., Masiga, D., Turner, C.M.R.**, 2016. Molecular identification of different trypanosome species and subspecies in tsetse flies of northern Nigeria. *Parasites and Vectors*, 9:301. <https://doi.org/10.1186/S13071-016-1585-3>

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Islam, M.A., Alam, M.K., Islam, M.N., Khan, M.A.S., Ekeberg, D., Rukke, E.O., Vegarud, G.E.**, 2014. Principal milk components in Buffalo, Holstein cross, Indigenous cattle and Red Chittagong Cattle from Bangladesh. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 27(6), 886-897. <https://doi.org/10.5713/AJAS.2013.13586>
- Israel, H., and Richter, R.R.**, 2011. A Guide to Understanding Meta-analysis. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 41(7), 496–504. <https://doi.org/10.2519/jospt.2011.3333>
- ITC**, 2011. Assessment of climatic factors on *Glossina* species distribution, challenge and trypanosome infection in endemic cattle breeds at two PROGEBE sites in The Gambia (Niamina East and Kiang West districts). Project report, International Trypanotolerance Centre, Banjul, The Gambia, 41pp.
- ITC**, 2013. Annual Report of 2013 and Outlook for 2014, International Trypanotolerance Centre, Banjul, The Gambia, pp. 13-14 (unpublished).
- ITC**, 2014. Annual Report of 2014 and Outlook for 2015, International Trypanotolerance Centre, Banjul, The Gambia, pp. 10-11 (unpublished).
- ITC**, 2015. Annual Report of 2015 and Outlook for 2016, International Trypanotolerance Centre, Banjul, The Gambia, pp. 9 (unpublished).
- ITC**, 2016. Annual Report of 2016 and Outlook for 2017, International Trypanotolerance Centre, Banjul, The Gambia, pp. 10 (unpublished).
- ITC**, 2017. Annual Report of 2017 and Outlook for 2018, International Trypanotolerance Centre, Banjul, The Gambia, pp. 10-11 (unpublished).
- Jacob, F., Melachio, T.T., Njitchouang, G.R., Gimonneau, G., Njiokou, F. Abate, L., Christen, R., Reveillaud, J., and Geiger, A.**, 2017. Intestinal bacterial communities of trypanosome-infected and uninfected *Glossina palpalis palpalis* from three human African trypanomiasis foci in Cameroon. *Frontiers in Microbiology*, 8:1464. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.01464>.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Jaimes-Dueñez, J., Triana-Chávez, O., and Mejía-Jaramillo, A.M.,** 2017. Parasitological and molecular surveys reveal high rates of infection with vector-borne pathogens and clinical anemia signs associated with infection in cattle from two important livestock areas in Colombia. *Ticks and Tick-Borne Diseases*, 8(2), 290–299. <https://doi.org/10.1016/J.TTBDIS.2016.12.002>
- Jenness, R., and Patton, S.,** 1959. Principles of Dairy Chemistry. pp. 258–261. Wiley, New York, USA. [Cited from Henno et al. (2008)].
- Jones, T.W., and Dávila, A.M.,** 2001. *Trypanosoma vivax* - out of Africa. *Trends in Parasitology*, 17(2), 99–101.
- Kailasapathy, K.,** 2016. Chemical composition, physical and functional properties of milk and milk ingredients. pp. 77–105. In: Dairy Processing and Quality Assurance, 2nd edition. R.C. Chandan, A. Kilara, and N.P. Shah (Eds.). Wiley-Blackwell.
- Kashongwe, O.B., Bebe, B.O., Matofari, J.W., and Huelsebusch, C.G.,** 2017. Effects of feeding practices on milk yield and composition in peri-urban and rural smallholder dairy cow and pastoral camel herds in Kenya. *Tropical Animal Health and Production*, 49(5), 909–914. <https://doi.org/10.1007/s11250-017-1270-3>
- Kasozi, K.I., Zirintunda, G., Ssempijja, F., Buyinza, B., Alzahrani, K.J., Matama, K., Nakimbugwe, H.N., Alkazmi, L., Onanyang, D., Bogere, P., Ochieng, J.J., Islam, S., Matovu, W., Nalumenya, D.P., Batiha, G.E.-S., Osuwat, L.O., Abdelhamid, M., Shen, T., Omadang, L., and Welburn, S.C.,** 2021. Epidemiology of Trypanosomiasis in Wildlife—Implications for Humans at the Wildlife Interface in Africa. *Frontiers in Veterinary Science*, 8:621699. <https://doi:10.3389/FVETS.2021.621699>.
- Kaşıkcı, G., Çetin, Ö., Bingöl, E.B., and Gündüz, M.C.,** 2012. Relations between electrical conductivity, somatic cell count, California mastitis test and some quality parameters in the diagnosis of subclinical mastitis in dairy cows. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 36(1), 49–55.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Kaufmann, J., Dwinger, R., Hallebeek, A., van Dijk B, and Pfister, K.,** 1992. The interaction of *Trypanosoma congolense* and *Haemonchus contortus* infections in trypanotolerant N'Dama cattle. *Veterinary Parasitology*, 43(3–4), 157–170. [https://doi.org/10.1016/0304-4017\(92\)90157-5](https://doi.org/10.1016/0304-4017(92)90157-5)
- Kebede, E.,** 2018. Effect of cattle breed on milk composition in the same management conditions. *Ethiopian Journal of Agricultural Science*, 28(2), 53–63.
- Kędzierska-Matysek, M., Litwińczuk, Z., Florek, M., and Barłowska, J.,** 2011. The effects of breed and other factors on the composition and freezing point of cow's milk in Poland. *International Journal of Dairy Technology*, 64(3), 336–342. <https://doi.org/10.1111/J.1471-0307.2011.00682.X>
- Koç, A.,** 2015. Effects of somatic cell count and various environmental factors on milk yield and foremilk constituents of Red-Holstein cows. *Tarım Bilimleri Dergisi (Journal of Agricultural Sciences)*, 21, 439–447.
- Kohn, M.A., Senyak, J.,** 2021. Sample Size Calculators [website]. Confidence interval for a proportion. UCSF CTSI. 20 December 2021. Available at <https://www.sample-size.net/> [Accessed 31 December 2021].
- Kotrlik, J.W., Williams, H.A., and Jabor, M.K.,** 2011. Reporting and interpreting effect size in quantitative agricultural education research. *Journal of Agricultural Education*, 52(1), 132–142.
- Kra, K.A.S., Mégnanou, R.M., Akpa, E.E., Assidjo, N.E., and Niamké, L.S.,** 2013. Evaluation of physico-chemical, nutritional and microbiological quality of raw cow's milk usually consumed in the central part of Côte D'ivoire. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 13(3), 7888–7904. <https://doi.org/10.4314/ajfand.v13i3>.
- Laben, R.C.,** 1963. Factors responsible for variation in milk composition. *Journal of Dairy Science*, 46(11), 1293–1301. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(63\)89264-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(63)89264-4)

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Langousis, G., and Hill, K.L., 2014.** Motility and more: the flagellum of *Trypanosoma brucei*. *Nature Reviews Microbiology*, 12(7), 505-518. <https://doi.org/10.1038/NRMICRO3274>
- Lean, I.J., Rabiee, A.R., Duffield, T.F., and Dohoo, I.R., 2009.** Invited review: Use of meta-analysis in animal health and reproduction: Methods and applications. *Journal of Dairy Science*, 92(8), 3545–3565. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2140>
- Leperre, P., and Claxton, J.R., 1994.** Comparative study of trypanosomosis in zebu and N'dama cattle in The Gambia. *Tropical Animal Health and Production*, 26, 139–145.
- Leperre, P., Dwinger, R. H., Rawlings, P., Janneh, L., Zurcher, G., Faye, J., and Maxwell, J., 1992.** Etude des paramètres zootechniques de la race N'dama en milieu traditionnel villageois en Gambie. *Revue d'élevage et de Médecine Vétérinaire Des Pays Tropicaux*, 45(1), 55–62. <https://doi.org/10.19182/remvt.8959>
- Leroy, G., Baumung, R., Boettcher, P., Besbes, B., From, T., and Hoffmann, I., 2018.** Animal genetic resources diversity and ecosystem services. *Global Food Security*, 17, 84-91. <https://doi.org/10.1016/J.GFS.2018.04.003>
- Leta, S., Alemayehu, G., Seyoum, Z., and Bezie, M., 2016.** Prevalence of bovine trypanosomosis in Ethiopia: a meta-analysis. *Parasites and Vectors*, 9(1), 139. <https://doi.org/10.1186/s13071-016-1404-x>
- Lewis, S., Clarke, M., 2001.** Forest plots: trying to see the wood and the trees. *BMJ* 322: 1479-1480. <https://doi.org/10.1136/bmj.322.7300.1479>
- Liberati, A., Altman, D.G., Tetzlaff, J., Mulrow, C., Gøtzsche, P.C., Ioannidis, J.P.A., Clarke, M., Devereaux, P.J., Kleijnen, J., Moher, D., 2009.** The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate healthcare interventions: explanation and elaboration. *BMJ*, 339, b2700. <https://doi.org/10.1136/bmj.b2700>

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Lopes, F.C., de Paiva, K.A.R., Coelho, W.A.C., Nunes, F.V.A., da Silva, J.B., de Gouveia Mendes da Escóssia Pinheiro, C., de Macêdo Praça, L., Alves Silva, J.B., Alves Freitas, C.I., Batista, J.S.,** 2016. Lactation curve and milk quality of goats experimentally infected with *Trypanosoma vivax*. *Experimental Parasitology*, 167, 17–24. <https://doi.org/10.1016/j.exppara.2016.04.006>
- Mabrook, M.F., and Petty, M.C.,** 2003. Effect of composition on the electrical conductance of milk. *Journal of Food Engineering*, 60(3), 321–325. [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(03\)00054-2](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(03)00054-2)
- Maha, E.-H., Linda, Z., Abdellah, E.-H., Mohamed, B., Ahmed, D., Abdelmajid, Z., Khadija, O., Mohammed, B.,** 2016. Seasonal effect on bovine raw milk composition of Oulmes local race in Morocco. *Food Science and Quality Management*, 52, 49–55.
- Majekodunmi, A.O., Fajinmi, A., Dongkum, C., Picozzi, K., Thrusfield, M.V., and Welburn, S.C.,** 2013. A longitudinal survey of African animal trypanosomiasis in domestic cattle on the Jos Plateau, Nigeria: prevalence, distribution and risk factors. *Parasites and Vectors*, 6(1), 239. <https://doi.org/10.1186/1756-3305-6-239>
- Malele, I.I.,** 2011. Fifty years of tsetse control in Tanzania: challenges and prospects for the future. *Tanzania Journal of Health Research*, 13(5), 399–406. <https://doi.org/10.4314/thrb.v13i5.9>
- Mapiye, O., Chikwanha, O.C., Makombe, G., Dzama, K., and Mapiye, C.,** 2020. Livelihood, food and nutrition security in Southern Africa: What role do indigenous cattle genetic resources play? *Diversity*, 12(2), 74. <https://doi.org/10.3390/d12020074>
- Marcotty, T., Simukoko, H., Berkvens, D., Vercruysse, J., Praet, N., and Van den Bossche, P.,** 2008. Evaluating the use of packed cell volume as an indicator of trypanosomal infections in cattle in eastern Zambia. *Preventive Veterinary Medicine*, 87(3–4), 288–300. <https://doi.org/10.1016/J.PREVETMED.2008.05.002>

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Marsh, E.J.**, 2016. The disappearing desert and the emergence of agropastoralism: An adaptive cycle of rapid change in the mid-Holocene Lake Titicaca Basin (Peru–Bolivia). *Quaternary International*, 422, 123–134. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.12.081>
- Martins-Melo, F.R., da Silveira Lima, M., Ramos, A.N., Alencar, C.H., and Heukelbach, J.**, 2014. Systematic review: Prevalence of Chagas disease in pregnant women and congenital transmission of *Trypanosoma cruzi* in Brazil: A systematic review and meta-analysis. *Tropical Medicine and International Health*, 19(8), 943–957. <https://doi.org/10.1111/tmi.12328>.
- Mattioli, R.C., Jaitner, J., Clifford, D.J., Pandey, V.S., and Verhulst, A.**, 1998. Trypanosome infections and tick infestations: susceptibility in N'Dama, Gobra zebu and Gobra×N'Dama crossbred cattle exposed to natural challenge and maintained under high and low surveillance of trypanosome infections. *Acta Tropica*, 71(1), 57–71. [https://doi.org/10.1016/S0001-706X\(98\)00051-5](https://doi.org/10.1016/S0001-706X(98)00051-5)
- Mattioli, R.C., Faye, J.A., and Jaitner, J.**, 2001. Estimation of trypanosomal status by the buffy coat technique and an antibody ELISA for assessment of the impact of trypanosomosis on health and productivity of N'Dama cattle in The Gambia. *Veterinary Parasitology*, 95(1), 25–35. [https://doi.org/10.1016/S0304-4017\(00\)00411-8](https://doi.org/10.1016/S0304-4017(00)00411-8)
- McManus, C., Castanheira, M., Paiva, S.R., Louvandini, H., Fioravanti, M.C.S., Paludo, G.R., Bianchini, E., Corrêa, P.S.**, 2011. Use of multivariate analyses for determining heat tolerance in Brazilian cattle. *Tropical Animal Health and Production*, 43(3), 623–630. <https://doi.org/10.1007/S11250-010-9742-8>
- Meyer, A., Holt, H.R., Selby, R., and Guitian, J.**, 2016. Past and Ongoing Tsetse and Animal Trypanosomiasis Control Operations in Five African Countries: A Systematic Review. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 10(12), e0005247. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0005247>

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Mitchell, G.E.**, 1989. The contribution of lactose, chloride, citrate and lactic acid to the freezing point of milk. *Australian Journal of Dairy Technology*, 44, 61–64. [Cited from Bjerg et al. (2005)]
- MoA**, 2016. National Livestock Population Census, pp. 62 - 72. Ministry of Agriculture, Banjul, The Gambia.
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., and Altman, D.G., The PRISMA Group**, 2009. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *PLoS Medicine*, 6(7), e1000097. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>
- Morrison, L.J., Vezza, L., Rowan, T., and Hope, J.C.**, 2016. Animal African Trypanosomiasis: Time to Increase Focus on Clinically Relevant Parasite and Host Species. *Trends in Parasitology*, 32(8), 599–607. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2016.04.012>
- Muhanguzi, D., Okello, W.O., Kabasa, J.D., Waiswa, C., Welburn, S.C., and Shaw, A.P.M.**, 2015. Cost analysis of options for management of African Animal Trypanosomiasis using interventions targeted at cattle in Tororo District; south-eastern Uganda. *Parasites and Vectors*, 8(1), 387. <https://doi.org/10.1186/s13071-015-0998-8>
- Murray, M., Morrison, W.I., and Whitelaw, D.D.**, 1982. Host Susceptibility to African Trypanosomiasis: Trypanotolerance. *Advances in Parasitology*, 21, 1–68. [https://doi.org/10.1016/S0065-308X\(08\)60274-2](https://doi.org/10.1016/S0065-308X(08)60274-2)
- Murray, M., Murray, P.K., and McIntyre, W.I.M.**, 1977. An improved parasitological technique for the diagnosis of African trypanosomiasis. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 71(4), 325–326. [https://doi.org/10.1016/0035-9203\(77\)90110-9](https://doi.org/10.1016/0035-9203(77)90110-9)
- Murray, M., Trail, J.C.M., and Grootenhuys, J.G.**, 1984. Trypanotolerant livestock: potential and future exploitation. *Outlook on Agriculture*, 13(1), 43–51. <https://doi.org/10.1177/003072708401300106>

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Murray, M., Trail, J.C.M., Turner, D.A., Wissocq, Y.,** 1983. Livestock Productivity and Trypanotolerance: Network Training Manual. International Livestock Centre for Africa, Addis Ababa, Ethiopia. 198 p.
- Myburgh, J., Osthoff, G., Hugo, A., De Wit, M., Nel, K., and Fourie, D.,** 2012. Comparison of the milk composition of free-ranging indigenous African cattle breeds. *South African Journal of Animal Science*, 42(1). <https://doi.org/10.4314/sajas.v42i1.1>
- Naessens, J.,** 2006. Bovine trypanotolerance: a natural ability to prevent severe anaemia and haemophagocytic syndrome?. *International Journal for Parasitology*, 36(5), 521-528. <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2006.02.012>
- Nakamura, Y., Hayashida, K., Delesalle, V., Qiu, Y., Omori, R., Simuunza, M., Sugimoto, C., Namangala, B., Yamagishi, J.,** 2021. Genetic Diversity of African Trypanosomes in Tsetse Flies and Cattle From the Kafue Ecosystem. *Frontiers in Veterinary Science*, 8:599815. <https://doi.org/10.3389/FVETS.2021.599815>
- Nascimento, M.N., Mosblech, N.A.S., Raczka, M.F., Baskin, S., Manrique, K.E., Wilger, J., Giosan, L., Benito, X., Bush, M.B.,** 2020. The adoption of agropastoralism and increased ENSO frequency in the Andes. *Quaternary Science Reviews*, 243, 106471. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2020.106471>
- Neyeloff, J.L., Fuchs, S.C., and Moreira, L.B.,** 2012. Meta-analyses and Forest plots using a microsoft excel spreadsheet: step-by-step guide focusing on descriptive data analysis. *BMC Research Notes*, 5, 52. <https://doi.org/10.1186/1756-0500-5-52>
- Njiru, Z.K., Constantine, C.C., Guya, S., Crowther, J., Kiragu, J.M., Thompson, R.C.A., Davila, A.M.R.,** 2005. The use of ITS1 rDNA PCR in detecting pathogenic African trypanosomes. *Parasitology Research*, 95(3), 186–192. <https://doi.org/10.1007/s00436-004-1267-5>
- Norberg, E.,** 2005. Electrical conductivity of milk as a phenotypic and genetic indicator of bovine mastitis: A review. *Livestock Production Science*, 96(2-3), 129–139. <https://doi.org/10.1016/j.livprodsci.2004.12.014>

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Norberg, E., Hogeveen, H., Korsgaard, I.R., Friggens, N.C., Sloth, K.H.M.N., and Løvendahl, P.**, 2004. Electrical conductivity of milk: Ability to predict mastitis status. *Journal of Dairy Science*, 87(4), 1099–1107. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73256-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73256-7)
- Noy, C.**, 2008. Sampling knowledge: the hermeneutics of snowball sampling in qualitative research. *International Journal of Social Research Methodology*, 11(4), 327–344. <https://doi.org/10.1080/13645570701401305>
- Nyamushamba, G.B., Mapiye, C., Tada, O., Halimani, T.E., and Muchenje, V.**, 2017. Conservation of indigenous cattle genetic resources in Southern Africa's smallholder areas: turning threats into opportunities — A review. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 30(5), 603–621. <https://doi.org/10.5713/ajas.16.0024>
- Odeniran, P.O., and Ademola, I.O.**, 2018. A meta-analysis of the prevalence of African animal trypanosomiasis in Nigeria from 1960 to 2017. *Parasites and Vectors*, 11(1), 280. <https://doi.org/10.1186/s13071-018-2801-0>
- OECD/FAO**, 2020. "Dairy and dairy products". OECD-FAO Agricultural Outlook 2020-2029, Chapter 7: 174-183, <http://www.fao.org/3/ca8861en/Dairy.pdf> (Erişim tarihi: 13.08.2020).
- Ogola, H., Shitandi, A., and Nanua, J.**, 2007. Effect of mastitis on raw milk compositional quality. *Journal of Veterinary Science*, 8(3), 237–242. <https://doi.org/10.4142/JVS.2007.8.3.237>
- OIE**, 2013. Trypanosomosis (tsetse transmitted): Aetiology, epidemiology, diagnosis, prevention and control. Technical Disease Cards, World Organization for Animal Health. Paris, France, 5p.
- Olaniyan, O.F.**, 2015. Sustaining N'Dama cattle for the resource-poor farmers in The Gambia. *Bulletin of Animal Production and Health in Africa*, 63(1), 83–92.
- Olaniyan, O.F.**, 2017. Adapting Gambian women livestock farmers' roles in food production to climate change. *Future of Food: Journal on Food, Agriculture and Society*, 5(2), 56–66.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Olaniyan, O.F., and Orunmuyi, M.,** 2017. Promoting Farmers' Resilience to Climate Change: An Option of the N'Dama Cattle in West Africa, pp. 345–356. In: Leal Filho, W., Simane, B., Kalangu, J., Wuta, M., Munishi, P., Musiyiwa, K. (Eds.), *Climate Change Adaptation in Africa: Fostering African Resilience and Capacity to Adapt*, Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-49520-0_21
- Olaniyan, O.F., Kaya, I., and Secka, A.,** 2021. Trypanosomosis prevalence in natural field-based infection: insights into systematic review and meta-analysis of studies from 1980 to 2018 on The Gambian ruminants with special emphasis on cattle. *Tropical Animal Health and Production*, 53:25. <https://doi.org/10.1007/s11250-020-02461-w>
- Orenge, C.O., Munga, L., Kimwele, C.N., Kemp, S., Korol, A., Gibson, J.P., Hanotte, O., Soller, M.,** 2012. Trypanotolerance in N'Dama x Boran crosses under natural trypanosome challenge: effect of test-year environment, gender, and breed composition. *BMC Genetics*, 13(1), 87. <https://doi.org/10.1186/1471-2156-13-87>
- Osaer, S., Goossens, B., Kora, S., Gaye, M., and Darboe, L.,** 1999. Health and productivity of traditionally managed Djallonke sheep and West African dwarf goats under high and moderate trypanosomosis risk. *Veterinary Parasitology*, 82(2), 101–119. [https://doi.org/10.1016/S0304-4017\(99\)00011-4](https://doi.org/10.1016/S0304-4017(99)00011-4)
- Osório, A.L.A.R., Madruga, C.R., Desquesnes, M., Soares, C.O., Ribeiro, L.R.R., da Costa, S.C.G.,** 2008. *Trypanosoma (Duttonella) vivax*: its biology, epidemiology, pathogenesis, and introduction in the New World - a review. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 103(1), 1–13. <https://doi.org/10.1590/S0074-02762008000100001>
- Paris, J., Murray, M., and McOdimba, F.,** 1982. A comparative evaluation of the parasitological techniques currently available for the diagnosis of African trypanosomiasis in cattle. *Acta Tropica*, 39(4), 307–316.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Park, Y.W.**, 1991. Interrelationships between somatic cell counts, electrical conductivity, bacteria counts, percent fat and protein in goat milk. *Small Ruminant Research*, 5(4), 367–375. [https://doi.org/10.1016/0921-4488\(91\)90074-Z](https://doi.org/10.1016/0921-4488(91)90074-Z)
- Parmar, P., Lopez-Villalobos, N., Tobin, J.T., Murphy, E., McDonagh, A., Crowley, S.V., Kelly, A.L., Shalloo, L.**, 2020. The effect of compositional changes due to seasonal variation on milk density and the determination of season-based density conversion factors for use in the dairy industry. *Foods*, 9(8), 1004. <https://doi.org/10.3390/FOODS9081004>
- Pathak, A.K.**, 2009. Effect of *Trypanosoma spp.* on nutritional status and performance of livestock. *Veterinary World*, 2(11), 435–438.
- Pearson, R.D.**, 2020. African trypanosomiasis (African sleeping sickness). MSD Manual, Professional Version. <https://www.msdmanuals.com/professional/infectious-diseases/extraintestinal-protozoa/african-trypanosomiasis#> (Erişim tarihi: 31.12.2021)
- Pholpark, S., Pholpark, M., Polsar, C., Charoenchai, A., Paengpassa, Y., and Kashiwazaki, Y.**, 1999. Influence of *Trypanosoma evansi* infection on milk yield of dairy cattle in northeast Thailand. *Preventive Veterinary Medicine*, 42(1), 39–44. [https://doi.org/10.1016/S0167-5877\(99\)00056-2](https://doi.org/10.1016/S0167-5877(99)00056-2)
- Picozzi, K., Carrington, M., and Welburn, S. C.**, 2008. A multiplex PCR that discriminates between *Trypanosoma brucei brucei* and zoonotic *T. b. rhodesiense*. *Experimental Parasitology*, 118(1), 41–46. <https://doi.org/10.1016/j.exppara.2007.05.014>
- Pinchbeck, G.L., Morrison, L.J., Tait, A., Langford, J., Meehan, L., Jallow, S., Jallow, J., Jallow, A., Christley, R.M.**, 2008. Trypanosomosis in The Gambia: prevalence in working horses and donkeys detected by whole genome amplification and PCR, and evidence for interactions between trypanosome species. *BMC Veterinary Research*, 4(1), 7. <https://doi.org/10.1186/1746-6148-4-7>

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Prabhakar, A., Rashid, S.A., Tomar, A.K.S., Maurya, V., and Channa, G. P.,** 2018. Effect of coat characteristics on milk production and milk composition traits in Tharparkar cattle. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 6(5), 939–941.
- Rawlings, P., Ceesay, M.L., Wachter, T.J., and Snow, W.F.,** 1993. The distribution of the tsetse flies *Glossina morsitans submorsitans* and *G. palpalis gambiensis* (Diptera: Glossinidae) in The Gambia and the application of survey results to tsetse and trypanosomiasis control. *Bulletin of Entomological Research*, 83(4), 625–632. <https://doi.org/10.1017/S0007485300040050>
- Rawlings, P., Dwyer, R.H., and Snow, W.F.,** 1991. An analysis of survey measurements of tsetse challenge to trypanotolerant cattle in relation to aspects of analytical models of trypanosomiasis. *Parasitology*, 102(3), 371–377. <https://doi.org/10.1017/S0031182000064325>
- Rege, J.E.O.,** 1999. The state of African cattle genetic resources I. Classification framework and identification of threatened and extinct breeds. *Animal Genetic Resources Information*, 25, 1–25. <https://doi.org/10.1017/S1014233900003448>
- Rege, J.E.O., Kahi, A., Okomo-Adhiambo, M., Mwacharo, J., and Hanotte, O.,** 2001. Zebu cattle of Kenya: Uses, performance, farmer preferences, measures of genetic diversity and options for improved use. *Animal Genetic Resources Research* 1. ILRI (International Livestock Research Institute), Nairobi, Kenya. 103 pp.
- Richardson, J.B., Lee, K.-Y., Mireji, P., Enyaru, J., Sistrom, M., Aksoy, S., Zhao, H., Caccone, A.,** 2017. Genomic analyses of African *Trypanozoon* strains to assess evolutionary relationships and identify markers for strain identification. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, 11(9), e0005949. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PNTD.0005949>

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Robinson, T.P., Thornton, P. K. Franceschini, G., Kruska, R.L., Chiozza, F., Notenbaert, A., Cecchi, G., Herrero, M., Epprecht, M., Fritz, S., You, L., Conchedda, G., See, L., 2011.** *Global livestock production systems*. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) and International Livestock Research Institute (ILRI), 152 pp.
- Rockett, J., and Bosted, S., 2007.** Veterinary Clinical Procedures in Large Animal Practice. pp. 452-454. Cengage Learning, Boston. [Cited from Jaimes-Dueñez et al. (2017)]
- Rufino, M.C., Thornton, P.K., Ng'ang'a, S.K., Mutie, I., Jones, P.G., van Wijk, M.T., and Herrero, M., 2013.** Transitions in agro-pastoralist systems of East Africa: Impacts on food security and poverty. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 179, 215–230. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.08.019>
- Saini, R.K., Orindi, B.O., Mbahin, N., Andoke, J.A., Muasa, P.N., Mbuvi, D.M., Muya, C.M., Pickett, J.A., Borgemeister, C.W., 2017.** Protecting cows in small holder farms in East Africa from tsetse flies by mimicking the odor profile of a non-host bovid. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 11(10), e0005977. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0005977>
- Salah, A.A., Robertson, I., and Mohamed, A., 2015.** Estimating the economic impact of *Trypanosoma evansi* infection on production of camel herds in Somaliland. *Tropical Animal Health and Production*, 47(4), 707–714. <https://doi.org/10.1007/s11250-015-0780-0>
- Schönfeldt, H.C., Hall, N.G., and Smit, L.E., 2012.** The need for country specific composition data on milk. *Food Research International*, 47(2), 207–209. <https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2011.05.018>
- Seyoum, Z., Terefe, G., and Ashenafi, H., 2013.** Farmers' perception of impacts of bovine trypanosomosis and tsetse fly in selected districts in Baro-Akobo and Gojeb river basins, Southwestern Ethiopia. *BMC Veterinary Research*, 9(1), 214. <https://doi.org/10.1186/1746-6148-9-214>

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Sharma, R., Ahlawat, S., Aggarwal, R.A.K., Dua, A., Sharma, V., and Tantia, M.S.**, 2018. Comparative milk metabolite profiling for exploring superiority of indigenous Indian cow milk over exotic and crossbred counterparts. *Journal of Food Science and Technology*, 55(10), 4232-4243. <https://doi.org/10.1007/S13197-018-3360-2>
- Shaw, A.P.M., Cecchi, G., Wint, G.R.W., Mattioli, R.C., and Robinson, T.P.**, 2014. Mapping the economic benefits to livestock keepers from intervening against bovine trypanosomosis in Eastern Africa. *Preventive Veterinary Medicine*, 113(2), 197–210. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2013.10.024>
- Silbermayr, K., Li, F., Soudré, A., Müller, S., and Sölkner, J.**, 2013. A Novel qPCR Assay for the Detection of African Animal Trypanosomosis in Trypanotolerant and Trypanosusceptible Cattle Breeds. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 7(8), e2345. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0002345>
- Simarro, P.P., Jannin, J. and Cattand, P.**, 2008. Eliminating human african trypanosomiasis: Where do we stand and what comes next? *PLoS Medicine*, 5:e55. <https://doi:10.1371/journal.pmed.0050055>.
- Smetko, A., Soudre, A., Silbermayr, K., Müller, S., Brem, G., Hanotte, O., Boettcher, P.J., Stella, A., Mészáros, G., Wurzinger, M., Curik, I., Müller, M., Burgstaller, J., Sölkner, J.**, 2015. Trypanosomosis: potential driver of selection in African cattle. *Frontiers in Genetics*, 6, 137. <https://doi.org/10.3389/fgene.2015.00137>
- Snow, W.F., Norton, G.A., and Rawlings, P.**, 1996. Application of a systems approach to problem analysis of African animal trypanosomiasis in the Gambia. *Agricultural Systems*, 51(3), 339–356. [https://doi.org/10.1016/0308-521X\(95\)00048-A](https://doi.org/10.1016/0308-521X(95)00048-A)
- Somda, J., Kamuanga, M., and Tollens, E.**, 2006. Prospective analysis for community participation in trypanosomosis control in The Gambia. *Tropical Animal Health and Production*, 38(2), 103–111. <https://doi.org/10.1007/s11250-006-4308-5>

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Stafford, G.**, 2018. *The Gambia Annual Climate Report 2018*. Department of Water Resources, Government of The Gambia, Banjul, The Gambia. 45 pp.
- Sumberg, J.E.**, 1992. Livestock development policy in The Gambia: A reassessment. *Tropical Animal Health and Production*, 24(4), 193–203. <https://doi.org/10.1007/BF02356744>
- Takeet, M.I., Fagbemi, B.O., De Donato, M., Yakubu, A., Rodulfo, H.E., Peters, S.O., Wheto, M., Imumorin, I.G.**, 2013. Molecular survey of pathogenic trypanosomes in naturally infected Nigerian cattle. *Research in Veterinary Science*, 94(3), 555–562. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2012.10.018>
- Talukder, M., Panandam, J., Halimatun, Y., and Idris, I.**, 2013. Milk composition and quality of Sahiwal-Friesian crossbred cow studied in Malaysia. *The Agriculturists*, 11(2), 58–65. <https://doi.org/10.3329/AGRIC.V11I2.17488>
- Tano, K., Kamuanga, M., Faminow, M.D., and Swallow, B.**, 2003. Using conjoint analysis to estimate farmer's preferences for cattle traits in West Africa. *Ecological Economics*, 45(3), 393–407. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(03\)00093-4](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(03)00093-4)
- Taye, M., Belihu, K., Bekana, M., and Sheferaw, D.**, 2012. Assessment of impacts of tsetse and trypanosomosis control measures on cattle herd composition and performance in southern region, Ethiopia. *Tropical Animal Health and Production*, 44(7), 1759–1763. <https://doi.org/10.1007/s11250-012-0134-0>
- Tegegne, A., Gebremedhin, B., Hoekstra, D., Belay, B., and Mekasha, Y.**, 2013. Smallholder dairy production and marketing systems in Ethiopia: IPMS experiences and opportunities for market-oriented development. IPMS (Improving Productivity and Market Success) of Ethiopian Farmers Project Working Paper 31. Nairobi and Addis Ababa: ILRI. 78pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Televičius, M., Juozaitiene, V., Malašauskienė, D., Antanaitis, R., Rutkauskas, A., Urbutis, M., and Baumgartner, W.,** 2021. Inline milk lactose concentration as biomarker of the health status and reproductive success in dairy cows. *Agriculture*, 11(1), 38. <https://doi.org/10.3390/AGRICULTURE11010038>
- Terefe, E., Haile, A., Mulatu, W., Dessie, T., and Mwai, O.,** 2015. Phenotypic characteristics and trypanosome prevalence of Mursi cattle breed in the Bodi and Mursi districts of South Omo Zone, southwest Ethiopia. *Tropical Animal Health and Production*, 47(3), 485–493. <https://doi.org/10.1007/S11250-014-0746-7>
- Thévenona, S., and Belemsaga, D.M.A.,** 2005. State of the conservation of trypanotolerant cattle genetic resources in West Africa, pp. 116–118. In: Options and Strategies for the Conservation of Farm Animal Genetic Resources. AGROPOLIS, Montpellier, France.
- Todd, J.L., and Wolbach, S.B.,** 1912. Parasitic protozoa from the Gambia: Second report of the expedition of the Liverpool School of Tropical Medicine to the Gambia, 1911. *The Journal of Medical Research*, 26(2), 195-218 + Plates X, XI and XII.
- Toews, L.C.,** 2017. Compliance of systematic reviews in veterinary journals with Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis (PRISMA) literature search reporting guidelines. *Journal of the Medical Library Association: JMLA*, 105(3), 233–239. <https://doi.org/10.5195/jmla.2017.246>
- Torr, S.J., Mangwiro, T.N.C., and Hall, D.R.,** 2006. The effects of host physiology on the attraction of tsetse (Diptera: Glossinidae) and *Stomoxys* (Diptera:Muscidae) to cattle. *Bulletin of Entomological Research*, 96, 71–84.
- Torr, S.J., Prior, A., Wilson, P.J., and Schofield, S.,** 2007. Is there safety in numbers? The effect of cattle herding on biting risk from tsetse flies. *Medical and Veterinary Entomology*, 21(4), 301–311. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2915.2007.00705.x>

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Trail, J.C.M., d'Ieteren, G.D.M., Maille, J.C., and Yangari, G.,** 1991. Genetic aspects of control of anaemia development in trypanotolerant N'Dama cattle. *Acta Tropica* 48(4):285–291. [https://doi:10.1016/0001-706X\(91\)90016-D](https://doi:10.1016/0001-706X(91)90016-D).
- Traoré, S.A., Reiber, C., and Zárata, A.V.,** 2018. Productive and economic performance of endemic N'Dama cattle in southern Mali compared to Fulani Zebu and their crossbreds. *Livestock Science*, 209, 77–85. <https://doi.org/10.1016/J.LIVSCI.2018.01.013>
- Truc, P., Büscher, P., Cuny, G., Gonzatti, M.I., Jannin, J., Joshi, P., Juyal, P., Lun, Z.-R., Mattioli, R., Pays, E., Simarro, P.P., Teixeira, M.M.G., Touratier, L., Vincendeau, P., and Desquesnes, M.,** 2013. Atypical human infections by animal trypanosomes. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 7:e2256. <https://doi:10.1371/journal.pntd.0002256>.
- Uilenberg, G.,** 1998. A Field Guide for the Diagnosis, Treatment and Prevention of African Animal Trypanosomosis. Food and Agriculture Organization, Rome.
- UNCCD,** 2021. Sustainable land management technologies: Agro-pastoralism. United Nations Convention to Combat Desertification. <https://knowledge.unccd.int/knowledge-products-and-pillars/best-practices-sustainable-land-management/identifying-slm-5> (Erişim tarihi: 14 Eylül 2021).
- van den Berg, J.C.T.,** 1990. Composition and properties of milk, pp. 27–28. In: Strategy for Dairy Development in the Tropics and Subtropics. Centre for Agricultural Publishing and Documentation (Pudoc), Wageningen, the Netherlands.
- Visentin, G., Penasa, M., Niero, G., Cassandro, M., and De Marchi, M.,** 2018. Phenotypic characterisation of major mineral composition predicted by mid-infrared spectroscopy in cow milk. *Italian Journal of Animal Science*, 17(3), 549–556. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2017.1398055>

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Wacher, T.J., Rawlings, P., and Snow, W.F.,** 1993. Cattle migration and stocking densities in relation to tsetse-trypanosomiasis challenge in The Gambia. *Annals of Tropical Medicine and Parasitology*, 87(5), 517–524. <https://doi.org/10.1080/00034983.1993.11812804>
- Walker, G.P., Wijesundera, C., Dunshea, F.R., Doyle, P.T., Walker, G.P., Wijesundera, C., Dunshea, F.R., Doyle, P.T.,** 2013. Seasonal and stage of lactation effects on milk fat composition in northern Victoria. *Animal Production Science*, 53(6), 560–572. <https://doi.org/10.1071/AN11363>
- Wangoola, R.M., Kevin, B., Acup, C.A., Welburn, S., Waiswa, C., and Bugeza, J.,** 2019. Factors associated with persistence of African animal trypanosomiasis in Lango subregion, northern Uganda. *Tropical Animal Health and Production*, 51(7), 2011–2018. <https://doi.org/10.1007/s11250-019-01900-7>
- Washabaugh, J.R., Olaniyan, O.F., Secka, A., Jeng, M., and Bernstein, R.M.,** 2019. Milk hygiene and consumption practices in the Gambia. *Food Control*, 98, 303–311. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2018.11.042>
- Wilson, R.T.,** 2009. Fit for purpose - the right animal in the right place. *Tropical Animal Health and Production*, 41(7), 1081–1090. <https://doi.org/10.1007/S11250-008-9274-7>
- Woo, P.T.K.,** 1969. The haematocrit centrifuge for the detection of trypanosomes in blood. *Canadian Journal of Zoology*, 47(5), 921–923. <https://doi.org/10.1139/z69-150>
- World Bank,** 2021. Historical climate data of The Gambia. <https://climateknowledgeportal.worldbank.org/country/gambia/climate-data-historical#> (Erişim tarihi: 27 Temmuz 2021)
- Yaro, M., Munyard, K.A., Stear, M.J., and Groth, D.M.,** 2016. Combatting African Animal Trypanosomiasis (AAT) in livestock: The potential role of trypanotolerance. *Veterinary Parasitology*, 225, 43–52. <https://doi.org/10.1016/J.VETPAR.2016.05.003>

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Yilma, Z., Gojjam, Y., and Shumye, M.,** 2006. Milk production level and calf-rearing system affecting Boran, Ethiopian zebu cattle breed, cow-calf performance. *Livestock Research for Rural Development*, 18 (Article #71). <https://www.lrrd.cipav.org.co/lrrd18/5/yilm18071.htm> (Erişim tarihi: 10 Temmuz 2020)
- Yorke, W., and Blacklock, B.,** 1911. The Trypanosomes Found in Two Horses Naturally Infected in the Gambia. *Annals of Tropical Medicine and Parasitology*, 5(3), 413–434. <https://doi.org/10.1080/00034983.1911.11686363>
- Yörükoğlu, A.B.,** 2019. İzmir’de Yüksek Kapasiteli Bazı Süt İşleme Tesislerine Gelen İnek Sütlerinin Bileşimi ve Kalitesi ile Bunların Mevsim ve Yöreye Göre Değişimi, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, Türkiye, 81 sayfa.
- Yu, L.,** 2016. Agro-pastoralism under climate change: Institutions and local climate adaptations in northern China. *Land Use Policy*, 58, 173–182. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.07.022>
- Zagorska, J., and Ciprovica, I.,** 2013. Evaluation of factors affecting freezing point of milk. *International Journal of Biological, Biomolecular, Agricultural, Food and Biotechnological Engineering*, 7(2), 106–111.
- Zhu, Z., and Guo, W.,** 2021. Recent developments on rapid detection of main constituents in milk: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 61(2), 312–324. <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1731417>

TEŞEKKÜR

Bu yaşam yolculuğum boyunca her zaman yanımda olan Yüce Tanrı'ya derin şükranlarımı sunarım. Bu doktora programı sırasındaki destek ve anlayışı için özellikle eşime ve çocuklarıma teşekkür ederim. Tüm rehberliği, bu tezi daha iyi geliştirebilmem için beni her zaman zorladığı ve tezin Türkçe çevirisindeki kapsamlı ve titiz düzeltmesi için sayın danışmanım Prof. Dr. İbrahim Kaya'ya teşekkür ederim. Materyalleri, zamanları ve yüreklendirici sözleri ile bu doktora programını destekleyen tüm kişilere çok teşekkür ederim.

Bu doktora çalışması için “Türkiye Bursları” programı kapsamında burs veren Yurtdışı Türkler ve Akraba Toplulukları Başkanlığı'na (Türkiye) çok teşekkür ederim. Bu doktora tezinin moleküler analiz bölümüne verilen cömert destek için MRC Holland Foundation (Hollanda) ve Medical Research Council Unit The Gambia at London School of Hygiene and Tropical Medicine (Gambiya) adlı kuruluşlara ve Glasgow Üniversitesi Veterinerlik Okulu'na (Birleşik Krallık) ayrıca teşekkür ederim. Sahada kan ve süt örneklerinin toplanmasına ve ayrıca altyapının (laboratuvarlar ve ofis) kullanımına yönelik araştırma desteği için West Africa Livestock Innovation Centre (Gambiya) adlı kuruluşa minnettarım. Ayrıca, bu araştırma projesi için kısmi maddi destek sağlayan Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonuna (Türkiye) teşekkür ederim.

15/12 2021

Olaware Festus OLANIYAN

ÖZGEÇMİŞ

Aday, 'da yılında doğdu. Orada ilk, orta ve lise öğrenimini tamamladı. Lisans öğrenimine Nijerya'daki Obafemi Awolowo Üniversitesi Ziraat Fakültesi Hayvansal Bilimler Programında 2001 yılında başladı ve 2007 yılında mezun oldu. Ardından üç yıl önce özel sektörde sonra devlet kuruluşunda çalıştı. Daha sonra Yüksek Lisans öğrenimi için 2010 yılında Wageningen Üniversitesine gitti ve 2012 yılında iki Yüksek Lisans (hem Hayvan Yetiştirme hem Kamu Yönetimi ve Politikası) bitirdikten sonra mezun oldu ve Nijerya'ya döndü. Orada iş danışmanı olarak kendi işine başladı. Sonra 2013 yılında Gambiya'daki International Trypanotolerance Centre (şimdi West Africa Livestock Innovation Centre) adlı kuruluştaki araştırmacı olarak işe başladı ve 2015 yılından itibaren de Gambiya Üniversitesi Ziraat ve Çevre Bilimleri Fakültesinde Öğretim Görevlisi olarak çalışmaktadır. Evli ve dört çocuk (iki ikizler) babasıdır.

Adayın yayınları aşağıda görülmektedir:

1. Hakemli dergilerde makaleler:

- a. **Olaniyan, O.F.**, Kaya, I., and Secka, A., 2021. Trypanosomosis prevalence in natural field-based infection: Insights into systematic review and meta-analysis of studies from 1980 to 2018 on The Gambian ruminants with special emphasis on cattle. *Tropical Animal Health and Production*, 53:25. <https://doi.org/10.1007/s11250-020-02461-w>
- b. Washabaugh, J.R., **Olaniyan, O.F.**, Secka, A., Jeng, M., and Bernstein, R.M. (2019). Milk hygiene and consumption practices in the Gambia. *Food Control*, 98 (4), 303-311.
- c. **Olaniyan, O.F.**, Taal, P., Kara, A.A. Adekunle, A., Ceesay, K. (2018). Factors influencing the use of non-food agricultural biomass for renewable energy generation: A stakeholders' analysis in The Gambia, West Africa. *ECOWAS Sustainable Energy Journal*, 1: 93-102.
- d. **Olaniyan, O.F.** and Camara, S. (2018). Rural Household Chicken Management and Challenges in the Upper River Region of the Gambia. *Tropical Animal Health and Production*, 50(8), 1921–1928.

- e. **Olaniyan, O.F.** (2017). Adapting Gambian women livestock farmers' roles in food production to climate change. *Future of Food: Journal on Food, Agriculture and Society*, 5(2), 56-66.
- f. **Olaniyan, O.F.**, Fall-Diop, N.N., Faye, B., Secka, A., Smith, O.B., and Kebbeh, M. (2015). Assessment of institutional capacities of the Gambia Indigenous Livestock Multipliers' Association. *Animal Genetic Resources*, 57: 119-126.
- g. **Olaniyan, O.F.** (2015). Sustaining N'Dama cattle for the resource-poor farmers in The Gambia. *Bulletin of Animal Health and Production in Africa*, 63(1): 83-92.
- h. **Olaniyan, O.F.** and Hiemstra, S.J. (2012). N'Dama cattle conservation: The potential roles of artificial insemination and national policy. *International Journal of Research in Engineering, IT and Social Science*, 2(10): 14-25.
- i. Omitogun, O.G., **Olaniyan, O.F.**, Oyeleye, O.O., Ojiokpota, C., Aladele, S.E. and Odofin, W.T. (2010). Potentials of short-term and long-term cryopreserved sperm of African giant catfish (*Clarias gariepinus* Burchell, 1822) for Aquaculture. *African Journal of Biotechnology*, 9(41): 6973-6982.

2. Kitap bölümleri:

- j. **Olaniyan, O.F.** and M. Orunmuyi (2017). Promoting farmer's resilience to climate change: An option of the N'Dama cattle in West Africa, pp. 345-356. In: Leal Filho, W., Simane B., Kalangu, J., Wuta, M., Munishi, P., Musiyiwa, K. (Eds.), *Climate Change Adaptation in Africa: Climate Change Management*. Springer.
- k. Omitogun, O.G., Ilori, O., **Olaniyan, O.F.**, Amupitan, P., Oresanya, T., Aladele S., and Odofin, W. (2012). Cryopreservation of the sperm of African catfish for the thriving aquaculture industry in Nigeria. In: KatKov, I. I. (Ed.) *New Frontiers in Cryopreservation*. INTECH, pp. 305-330.

3. Tezleri:

- l. **Olaniyan, O.F.** & Hiemstra, S.J. (2012). N'Dama cattle conservation: The potential roles of artificial insemination and animal genetic resources related policies. Department of Animal Breeding and Genetics, Wageningen University, the Netherlands. MSc thesis, 63 pp.
- m. **Olaniyan, O.F.** & Karlsson-vinkhuyzen, S.I. (2012). Influence of international agreements on national policy: A case study of the Dutch policy on farm animal biodiversity. Department of Public Administration and Policy, Wageningen University, the Netherlands. MSc thesis, 35pp.

4. Bilimsel raporlar:

- n. **Olaniyan, O. F.**, Jeng, M., Secka, A., and Darboe L. K. (2016). Monitoring of animals disseminated to farmers from ITC's Genetic Improvement Program. International Trypanotolerance Centre, The Gambia. Working paper, 20pp.
- o. **Olaniyan, O. F.** & Jeng, M. (2014). Management of Guinea grass (*Panicum maximum*) as a livestock feed: A review. International Trypanotolerance Centre, The Gambia. Working paper, 7pp.
- p. **Olaniyan, O.F.** & Hiemstra, S.J. (2012). State of management of chicken genetic diversity in Europe. Centre for Genetic Resources, the Netherlands. Working Paper, 26pp.

5. Gazeteler/dergilerdeki makaleler:

- q. **Olaniyan, O.F.** (2020). Animals in the realm of human research. The Point Newspaper, 6th May, 2020. p 12.
- r. **Olaniyan, O.F.** (2016). Gender and climate change adaptation in the context of livestock farming in The Gambia. Daily Observer Newspaper, September 20, 2016, p 9.
- s. **Olaniyan, O.F.** (2016). Enhancing Gambian women livestock farmers' resilience to climate change. The Point Newspaper, 27th July, 2016, p 5.
- t. **Olaniyan, O.F.** and Cham, F.O. (2014): Collective milk and manure. Farming Matters, Volume 30, No. 4, December 2014, p 24.
- u. **Olaniyan, O.F.** (2014). Women gardening in The Gambia. Nutrition Exchange, Issue 4, July 2014. www.enonline.net/nex/4/en/womens. DOI: 10.13140/RG.2.2.10121.44643.

6. Sözlü ve poster sunumlar:

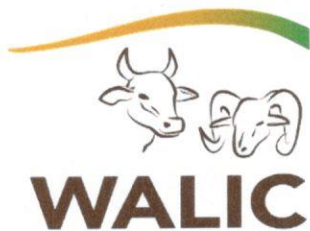
- v. **Olaniyan, O.F.**, Kaya, I., and Secka, A. (2021). Milk composition and physical properties of the trypanotolerant N'Dama cattle raised under field management conditions in The Gambia and the factors affecting them. An accepted online poster presentation during the 1st Agriculture and Food Security Conference, Abu Dhabi.
- w. **Olaniyan, O.F.**, Secka, A. and Kaya, I. (2021). Trypanosomosis challenge in relation to cow health and milk production: Evidences from The Gambia's agropastoral farming system. An oral presentation during the 3rd International and 12th National Animal Science Conference (online). 27 – 28th November, 2021, Bursa-Turkey.

- x. **Olaniyan, O.F.**, Taal, P., Kara, A.A. Adekunle, A., and Ceesay, K. (2018). Factors influencing the use of non-food agricultural biomass for renewable energy generation: A stakeholders' analysis in The Gambia, West Africa. A poster presented during the ECOWAS Sustainable Energy Forum, Dakar Senegal. 13-15th November, 2018.
- y. **Olaniyan, O.F.** (2018). Policy and stakeholders' perspectives to improving The Gambian women livestock farmers' adaptation strategies. An oral presentation during the Adaptation Future Conference, Cape Town, South Africa. 18th – 21st June, 2018.
- z. Washabaugh, J., Bernstein, R., Secka, A., Jeng, M., and **Olaniyan, O.F.** (2017). Milk hygiene and consumption practices in The Gambia. A poster presented during Human Biology Association Conference, New Orleans, United States. 19-20th April, 2017.



EKLER

- EK 1** Gambiya’da yürütülen doktora araştırma projesi için etik onay yazısı (WALIC/EGE/AS/1/2019) ve ayrıca doktora tezine yerel danışmanlık ve WALIC adlı kuruluşun desteği hakkında yazı (WALIC/EGE/AS/2/2019)
- EK 2** Tez kapsamında “Tropical Animal Health and Production” adlı dergide yayınlanan makalenin linki ve makale
- EK 3** Tez kapsamında “Tropical Animal Health and Production” adlı dergide yayınlanan makalenin tezde kullanımı için derginin yayıncısı “Springer Nature” tarafından verilen lisans



West Africa Livestock Innovation Centre

P. M. B. 14, Banjul, The Gambia, West Africa
 Web site: <http://www.walic-wa.org> / Email: walic@walic-wa.org
 Tel: +220 446 29 28 / 4463423

Ref: WALIC/EGE/AS/1/2019

25th February 2019

Department of Animal Science
 Faculty of Agriculture
 Ege University, Izmir, Turkey

Dear Prof Dr Ibrahim KAYA,

Subject: Ethical Approval for a PhD Research Project

We have gone through the research proposal presented by your student that he wants to undertake in The Gambia. Since the research activity involves only collection of small quantity of blood and milk samples from the study animals, it does not seem to cause negative effects on the welfare of animals concerned. We do not see any wrong ethical implication with the PhD research project titled "Understanding the nexus of trypanosome prevalence, cow milk and cattle farmers' production practices in The Gambian areas affected by African Animal Trypanosomosis", which has the following details:

PhD Student: Olawale F. OLANIYAN

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Ibrahim KAYA

Institute: Graduate School of Natural and Applied Sciences, Ege University, Izmir, Turkey.

Therefore, the West Africa Livestock Innovation Centre as a Gambia-based research institute hereby approves the commencement of this research work.

As a standard operating procedure, we urge the researcher to explain the research objectives thoroughly and seek the consent of the respondent before administering his questionnaire or collect samples for further analyses.

Yours sincerely,

Dr. Arss Secka
 Officer-In-Charge

West Africa Livestock
 Innovation Centre
 (WALIC)



West Africa Livestock Innovation Centre
P. M. B. 14, Banjul, The Gambia, West Africa
Web site: <http://www.walic-wa.org> / Email: walic@walic-wa.org
Tel: (+220) 446 29 28 / 446 34 23

Ref: WALIC/EGE/AS/1/2019

Zootekni Bölümü
Ziraat Fakültesi
Ege Üniversitesi, İzmir, Türkiye

25 Şubat 2019

Sayın Prof Dr İbrahim KAYA,

Konu: Bir Doktora Araştırma Projesi İçin Etik Onay

Gambiya'da yapılmak üzere öğrenciniz tarafından sunulan araştırma önerisini gözden geçirdik. Araştırma aktivitesi, çalışma konusu hayvanlardan sadece az miktarda kan ve süt örnekleri toplanmasını gerektirdiğinden, ilgili hayvanların refahı üzerinde olumsuz etkilere yol açmayacağı anlaşılmaktadır. Aşağıda detayları verilen "Gambiya'da Afrika Hayvan Tripanosomozisi hastalığından etkilenen bölgelerde tripanosom yaygınlığı, inek sütü ve sığır yetiştiricilerinin üretim uygulamaları arasındaki ilişkilerin incelenmesi" başlıklı Doktora araştırma projesi ile ilgili herhangi bir yanlış etik durum görmüyoruz:

Doktora öğrencisi: Olawale F. OLANİYAN

Danışman: Doç. Dr. İbrahim KAYA

Enstitü: Fen Bilimleri Enstitüsü, Ege Üniversitesi, İzmir, Türkiye.

Bu nedenle, Gambiya merkezli bir araştırma enstitüsü olarak Batı Afrika Çiftlik Hayvanları Yenilik Merkezi (West Africa Livestock Innovation Centre) bu araştırmanın başlatılmasını onaylamaktadır.

Standart bir çalışma prosedürü olarak, araştırmacının, çalışma konusu anketi uygulamadan veya daha ayrıntılı analizler için örnekleri toplamadan önce yanıtlarını alacağı kişilere araştırma hedeflerini ayrıntılı bir şekilde açıklaması ve onların rızasını alması önerilmektedir.

Saygılarımla,

Dr. Arss Secka

Yetkili Müdürlük Memuru



West Africa Livestock Innovation Centre

P. M. B. 14, Banjul, The Gambia, West Africa

Web site: <http://www.walic-wa.org> / Email: walic@walic-wa.org

Tel: +220 446 29 28 / 4463423

Ref: WALIC/EGE/AS/2/2019

25th February 2019

Department of Animal Science
Faculty of Agriculture
Ege University, Izmir, Turkey

Dear Prof Dr Ibrahim KAYA,

Subject: WALIC's Support and Local Supervision of Olawale F. OLANIYAN's PhD Thesis in The Gambia

Allow me to first of all thank you for the confidence bestowed on me to offer local supervision to your student. I am very pleased to inform you that I have accepted whole heartedly to supervise your student's work locally in The Gambia.

Also be rest assured that WALIC would collaborate and support Olawale's work within the limits of our ability to enable him undertake his field and laboratory works. Even though WALIC is not yet financially strong, we would provide him access to transport, labs and office space which are quite essential for the fulfilment of his work.

We look forward to a very strong and mutually beneficial collaboration between your university and our Centre..

Yours sincerely,

Dr. Arss Secka
Officer-In-Charge

West Africa Livestock
Innovation Centre
(WALIC)



West Africa Livestock Innovation Centre
P. M. B. 14, Banjul, The Gambia, West Africa
Web site: <http://www.walic-wa.org> / Email: walic@walic-wa.org
Tel: (+220) 446 29 28 / 446 34 23

Ref: WALIC/EGE/AS/2/2019

Zootekni Bölümü
Ziraat Fakültesi
Ege Üniversitesi, İzmir, Türkiye

25 Şubat 2019

Sayın Prof. Dr. İbrahim KAYA,

Konu: Gambiya'da Olawale F. OLANIYAN'ın Doktora Tezine Yerel Danışmanlık ve WALIC'in Desteği

İlk olarak, öğrencinize yerel danışmanlık yapmam hususunda güveniniz için teşekkür ederim. Gambiya'da öğrenciniz tarafından yürütülecek araştırma için yerel danışman olmayı gönülden kabul ettiğimi size bildirmekten çok mutluyum.

Ayrıca, Olawale'nin saha ve laboratuvar çalışmalarını gerçekleştirmesi için imkanımızın sınırları dahilinde WALIC'in onun çalışması için işbirliği yapacağından ve destek vereceğinden emin olun. WALIC henüz finansal olarak güçlü olmasa bile, Olawale'nin çalışmasını gerçekleştirebilmesi için oldukça önemli olan ulaşım, laboratuvar ve ofis alanlarına erişimini sağlayacağız.

Üniversiteniz ve Merkezimiz arasında çok güçlü ve karşılıklı yararlı bir işbirliği bekliyoruz.

Saygılarımla,

Dr. Arss Secka

Yetkili Müdürlük Memuru

EK-2

Tez kapsamında yayınlanan makalenin linki ve makale aşağıda yer almaktadır.

<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11250-020-02461-w>





Trypanosomosis prevalence in natural field-based infection: insights into systematic review and meta-analysis of studies from 1980 to 2018 on The Gambian ruminants with special emphasis on cattle

Olawale Festus Olaniyan^{1,2} · Ibrahim Kaya¹ · Arss Secka²

Received: 13 July 2020 / Accepted: 25 October 2020
 © Springer Nature B.V. 2020

Abstract

Consistent quantification of trypanosomes, the parasite responsible for African animal trypanosomosis, is important for effective surveillance, control, and eradication strategies. Here, we used a rigorously predefined protocol to search and select eligible publications that utilized either microscopy, serology, or molecular methods to investigate prevalence of trypanosomosis based on the presence of any of three most common *Trypanosoma* spp. (*T. congolense*, *T. vivax*, and *T. brucei*) in the field-based naturally grazed Gambian cattle, sheep, and goats. To combine results of studies on cattle through meta-analysis, sensitivity and subgroup analyses were carried out with the random effects model, and prevalence estimates of each study with 95% confidence intervals (CI) were presented with a forest plot. All the eligible studies utilized the buffy coat technique (BCT) to detect trypanosomes in the blood samples, while the more sensitive serological and molecular detection methods are yet to be widely exploited. Heterogeneity among the studies on cattle was moderate ($I^2 = 55\%$), and the pooled trypanosomosis prevalence based on the BCT was 5.2% (95% CI: 4.0–6.4). Meanwhile, estimated prevalence varied according to the trypanosome detection methods, study locations, types of publication, year, and length of observations. We could not pool the trypanosomosis prevalence in sheep and goats through meta-analysis due to small number of studies. The prevalence estimates based on the BCT ranged from 3.2 to 8.1% in goats and 2.8 to 10.6% in sheep. Even though there seems to be a slight decrease in trypanosomosis prevalence in cattle in one of the Gambian districts, there was no consistent trend across the years. It is thought that the literature search and formatting procedures presented in this study contribute to doing systematic reviews on the investigated subject and can be adapted for similar cases.

Keywords Cattle · Sheep · Goat · Trypanosomosis · Prevalence

Introduction

African animal trypanosomosis (AAT) is a disease of great economic burden, especially with its adverse impacts on livestock production. AAT also known as nagana is caused by the protozoans called trypanosomes. These trypanosomes can infect ruminant species and cause infection when they are cyclically transmitted to their blood through saliva by tsetse flies

(*Glossina* spp.). The most prevalent trypanosomes in domesticated cattle, sheep, and goats are *Trypanosoma congolense* and *Trypanosoma vivax*, and to a lesser extent, the *Trypanosoma brucei* (Bargul et al. 2016; Giordani et al. 2016; OIE 2013). While grazing in natural habitats, animals raised under natural field-based livestock farming systems are particularly vulnerable to trypanosome infections due to regular exposure to blood meal bites of tsetse flies. Some of the symptoms commonly associated with this disease include anemia, immunosuppression, loss of weight, decrease in milk production, emaciation, rough coat, discharge from nose and eyes, mortality, and abortion in late pregnancy (Morrison et al. 2016; Batista et al. 2017). Various methods (microscopy, serology, and molecular) are often used to detect the presence of trypanosomes. Among these methods, molecular such as polymerase chain reaction (PCR) is the most sensitive, while microscopy (buffy coat technique—BCT) is the least sensitive (Desquesnes 2016).

✉ Olawale Festus Olaniyan
 ofolaniyan@hotmail.com

¹ Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ege University, 35040 Izmir, Turkey

² West Africa Livestock Innovation Centre, PMB 14, Banjul, The Gambia

Across the affected countries, many observations, experimentations, surveys, and other scientific initiatives had been explored to better understand the epidemiology and effects of AAT. For The Gambia, part of the earlier investigations (Todd and Wolbach 1912; Yorke and Blacklock 1911) on this disease started more than a century ago and still continued till date. Various adverse impacts of AAT on livestock health, productivity, and farmer's standard of living culminated in 1984 with the establishment of the International Trypanotolerance Centre (ITC) in The Gambia. Since ITC's inception, many researches on AAT in both natural and experimental cases had been conducted. However, we did not find any study that systematically reviews previous researches or surveys on natural field-based AAT infections in The Gambia's cattle, sheep, and goats. Besides, there is presently no clue to the overall trypanosomosis prevalence in the Gambian ruminant species, with implication that effective surveillance and improvement on control measures are yet to be strategically deployed. Filling this gap in data and evidence on current AAT prevalence is partly an objective of this study. By "field-based," we meant the common livestock farming system where ruminants are grazed or herded in natural pasture during the day and are tied to stakes or left to roam around the households in the night.

With the increasing demand for evidence-based decision-making in livestock disease prevention, control, and eradication programs, there is a need to synthesize existing studies toward generating new information. Also, the need to agglomerate independently collected data to a national-level atlas of AAT for progressive control pathway has been highly emphasized (Diall et al. 2017). Systematic review and meta-analysis are particularly useful in this regard. With focus on field-based AAT infection in cattle, sheep, and goats, and rigorously predefined criteria for literature search, selection, and inclusion, we attempted to use systematic review and meta-analysis to generate pooled trypanosomosis prevalence (based on prevalence of trypanosomes) among the available studies and surveys conducted in The Gambia between 1980 and 2018. We also identified temporal and spatial variations in these data and made suggestions for future research and control measures of the disease.

Material and methods

Identification of studies

A protocol was initially designed to specify the research objectives and questions, literature search strategies, inclusion criteria, expected variables, and sequence of analysis. Important keywords were extracted from research objectives and questions. To ensure comprehensive search results, equivalent of keywords (Table 1) and Boolean operators (OR,

Table 1 Keywords and their equivalent terms as used in the literature search

Keywords	Equivalents
Cattle	Bovine
Goat	Caprine
Sheep	Ovine
Trypanosome	Trypanosoma
Trypanosomosis	Trypanosomiasis
Prevalence	Frequency, infection, rate
Haematocrit	Hematocrit
Field-based	Field based, natural infection, extensive
Gambia	Gambian
Microscopy	Microscopic
Serology	Serological, ELISA
Molecular	PCR, polymerase chain reaction, LAMP

AND) were used to construct the seven search strings in Table 2. Equivalent terms were combined in parentheses with "OR," while "AND" was used to combine such parentheses. Overall, search for publications focused on livestock species (cattle, sheep, and goats), most common methods of detecting trypanosomes (microscopy, serology, and molecular), and type of infection (field-based or natural). To ensure that open compound words such as "polymerase chain reaction" and "natural infection" were always searched together, they were restricted with double quotation marks just as written here.

Search for peer-reviewed publications was conducted in English language through the Ege University's library service, but there was no restriction on the language in which publications were written. This option allowed us to identify an eligible article published in French but with its abstract in English language. The literature searches were conducted in eight bibliography databases (Scopus, Web of Science, PubMed, SpringerLink, Science Direct, Taylor and Francis, Wiley Online, and CAB Direct) which publish agriculture-, veterinary-, and biology-related subjects. Depending on each database, predefined combinations of keywords in Table 2 were searched through title, abstracts, keywords, and the entire articles. The outputs of each search were refined to meet the specified year interval (1980 to 2018). The reference sections of all articles read in full were checked for other potentially relevant publications. In addition, Google search engine was used to scan for non-indexed relevant research papers, and the concerned research institute's (ITC) staff was contacted for possibly eligible gray literature. The last search for literatures was in February 2019. The guidelines of Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) (Liberati et al. 2009) was observed.

Table 2 Strings used in searching the bibliographic databases for peer-reviewed studies

Study terms	Search strings
Cattle	(Cattle OR bovine) AND (trypanosome OR trypanosoma) AND (trypanosomosis OR trypanosomiasis) AND (prevalence OR frequency OR infection OR rate) AND (Gambia OR Gambian)
Goat	(Goat OR caprine) AND (trypanosome OR trypanosoma) AND (trypanosomosis OR trypanosomiasis) AND (prevalence OR frequency OR infection OR rate) AND (Gambia OR Gambian)
Sheep	(Sheep OR ovine) AND (trypanosome OR trypanosoma) AND (trypanosomosis OR trypanosomiasis) AND (prevalence OR frequency OR infection OR rate) AND (Gambia OR Gambian)
Microscopy	(Microscopy OR microscopic) AND (haematocrit OR hematocrit) AND (sheep OR goat OR cattle) AND (trypanosome OR trypanosoma) AND (Gambia OR Gambian)
Serology	(Serology OR serological OR ELISA) AND (sheep OR goat OR cattle) AND (trypanosome OR trypanosoma) AND (Gambia OR Gambian)
Molecular	(Molecular OR PCR OR “polymerase chain reaction” OR LAMP) AND (sheep OR goat OR cattle) AND (trypanosome OR trypanosoma) AND (Gambia OR Gambian)
Study type	(Field-based OR “field based” OR extensive OR “natural infection”) AND (sheep OR goat OR cattle) AND (trypanosome OR trypanosoma) AND (Gambia OR Gambian)

Study eligibility criteria

Epidemiological studies which reported prevalence of trypanosomosis based on any of the three *Trypanosoma* spp. (*Trypanosoma congolense*, *T. vivax*, and *T. brucei*) commonly found in cattle, sheep, and goats kept under natural field-based conditions in research stations, villages, or peri-urban areas were eligible. This eligibility however covered mostly longitudinal studies on tsetse-caused AAT in animals and in which blood sampling for detection of trypanosomes was mostly on monthly basis; only one study (ITC 2011) reported once in every 2 months for cattle. Studies on experimental infection and transhumance were excluded.

Literature screening and formatting

Studies identified in each bibliographic database were entered by the first author into Microsoft Excel (ME) spreadsheet (version 2013) with separate columns for identities (i.e., authors' names, year of publication, and title). Duplicate studies were eliminated with the “unique” and “not unique” functions in ME. Thus, rows of the next three columns corresponding to those earlier mentioned study identities were tagged as either UNIQUE or NOT UNIQUE (duplicates) based on the first and then subsequent appearance of that same study identity, respectively. For crosschecking purpose, this ME sheet was sorted alphabetically by publication's title column using the SORT function in the “Data” tab of ME, and then rows tagged as NOT UNIQUE were subsequently eliminated from the list. In relation to the objectives of this systematic review, the UNIQUE studies were screened on the basis of their titles and tagged as either “YES,” “MAYBE,” or “NO” (Liberati et al. 2009). The “NOs” specifically tagged as not the targeted

country, trypanosome, or livestock species were thereby eliminated. In completing the PRISMA flow diagram, the “count if” function in ME was used to estimate the number of studies under the given reasons. Abstract sections of all the remaining studies tagged as “YES” and “MAYBE” were read, and some papers were further eliminated due to their ineligibility for this study. In the final step, full contents of the selected eligible studies were read to extract the targeted metadata and information (ESM_1-Olaniyan et al 2020). The Mendeley Desktop software was used to catalog the literatures and manage citations.

Data extraction

Data extraction sheet created with ME was used to document the following information: (a) publication identities (authors' names, year of study, title, type), (b) study design (region and district, period of observation, sampling frequency, AAT diagnosis methods), (c) animal identities (species, breed, and age), (d) prevalence estimates (number of animals examined and positive cases, type of trypanosome infection—single or mixed). Four authors were contacted to clarify part of their results. The first author extracted the data twice, and all of them were jointly cross-checked by two of the authors. Agreements on the data analyzed were reached through discussion.

Pooled prevalence estimation

Prevalence estimates in the original studies were extracted from tables and texts. In one case (Leperre et al. 1992), prevalence was estimated from the relevant figure and positive cases calculated thereby. When not stated explicitly, number

of positive cases was calculated from sample size and prevalence, and also, prevalence was calculated from reported number of positive cases and sample size in the original article (ESM_1-Olaniyan et al 2020). Standard errors, 95% confidence intervals, corresponding weights, and heterogeneity among the combined studies were estimated with the spreadsheet template developed by Neyeloff et al. (2012). Each study's prevalence and pooled prevalence alongside the confidence intervals were presented with a Forest plot.

Heterogeneity was estimated as Cochran's χ^2 test (Q -test) based on chi-square distribution at an alpha level of 5% (Duval and Tweedie 2000; Higgins and Thompson 2002). This Q -test examines the null hypothesis that all the combined studies are homogenous. In addition to the Q -test, inverse-variance index (I^2) expressed in % was used to quantify heterogeneity. In natural field-based AAT infections examined here, high heterogeneity was expected because data in the included studies originated from various populations, locations, sample sizes, and detection methods. However, the possibility to minimize such heterogeneity among studies was explored by grouping and then combining studies that have similar characteristics such as same trypanosome detection method and location, etc. Heterogeneity among the combined studies was first assessed with a fixed and then random effects models. Due to significant value ($P < 0.05$) of the Q -test and high heterogeneity (I^2 index of around 92%) in the fixed effects model, the alternative random effects model with I^2 index of around 55%, i.e., a moderate heterogeneity (Higgins and Thompson 2002), was eventually used to estimate the pooled prevalence. Sensitivity and subgroup analyses were also carried out using the random effects model.

The random effects model (Higgins and Thompson 2002; Huedo-Medina et al. 2006) is presented as:

$$Y_i = \mu + \alpha_i + \varepsilon_i$$

where Y_i = i th prevalence estimate in a collection of k studies ($i = 1, 2, \dots, k$), μ = parametric mean, $\alpha_i \sim N(0, \tau^2)$ with τ^2 being the between-study variance, and $\varepsilon_i \sim N(0, \sigma_i^2)$ with σ_i^2 being the within-study variance (sampling error).

The weight (w_i) of each study (Higgins and Thompson 2002) was derived based on the inverse of total variance.

$$w_i = (\sigma_i^2 + \tau^2)^{-1}$$

Sensitivity and subgroup analyses

Pooled prevalence was eventually estimated by combining the results which involved the most common cattle breed and the diagnostic method. Sensitivity analysis as used here assessed changes in pooled prevalence based on modifications of the decision criteria used to combine results for meta-analysis. Such decisions included effect summary model (random or

fixed) and types of study (peer-reviewed or gray literature). Modifying the inclusion criteria to exclude doubtful results was also assessed. Meanwhile, subgroup analysis was used to further explore trypanosomosis prevalence among the smaller categories of initial data. We could only do systematic review on trypanosomosis prevalence in sheep and goats because small number of publications on these two species met the inclusion criteria and sample size could not be verified in certain studies.

Results

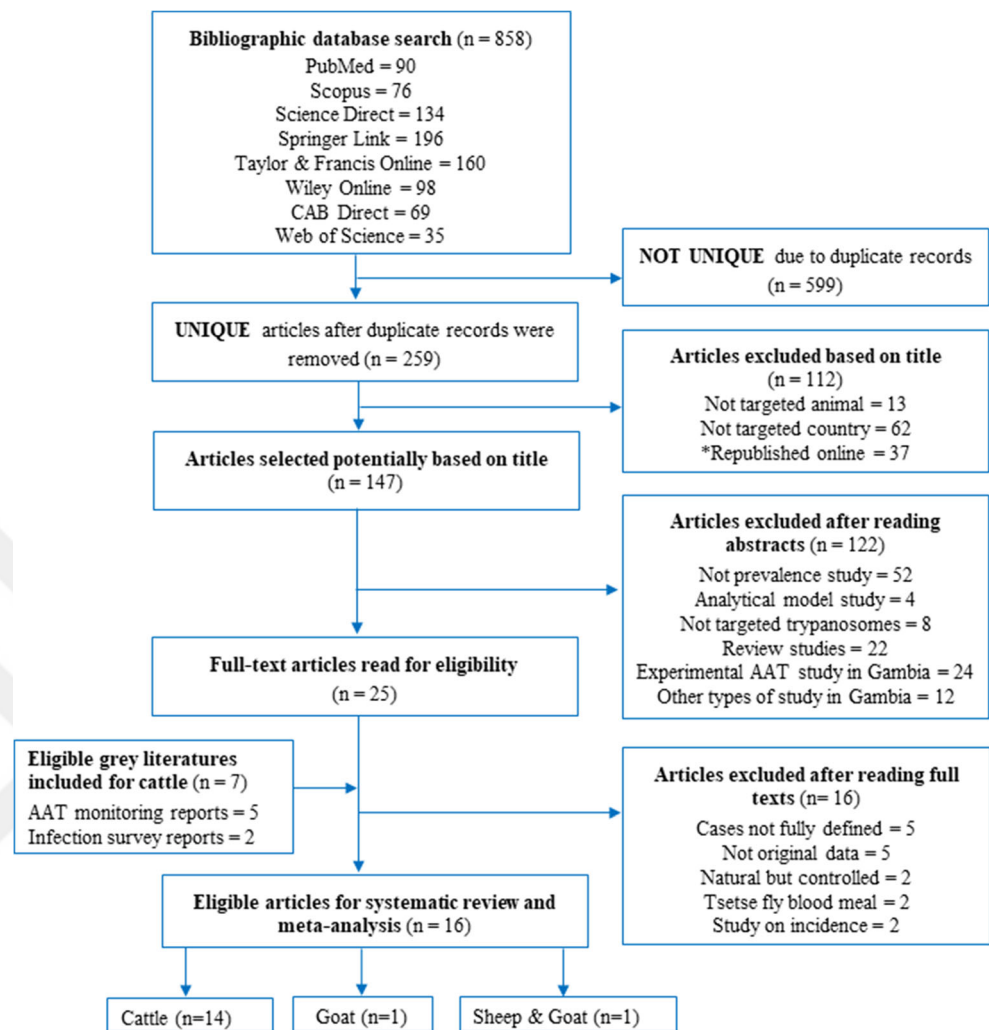
Systematic search results

The initially identified 858 articles on cattle, sheep, and goats from eight bibliographic databases were reduced to 259 after elimination of the duplicate records. After two iterations which involved elimination of articles based on title, and then based on abstracts, 25 articles were finally eligible for full reading. Based on the predefined criteria for inclusion stated in the protocol, 14 studies (subdivided into 22 results) on cattle, one study (subdivided into two results) on goats, and one study (subdivided into eight results) on both sheep and goats were finally selected. The detail of steps involved in study selection is depicted in the flow diagram (Fig. 1). All eligible studies on cattle examined prevalence in N'Dama breed. There were observations on natural infections in Gobra cattle breed and its crosses with the N'Dama, but such studies which were experimentally controlled did not meet our inclusion criteria. For the small ruminants, West African Dwarf (WAD) goats and Djallonké sheep were the breeds monitored for trypanosomosis prevalence. Age of animals in the eligible studies varied from yearlings (0 to 1 year) to 6 years in cattle, and those older than 5 months in sheep and goats. No eligible gray literature was found through the Google search, while the available gray literature data on cattle were infection survey projects and herd monitoring reports. However, such gray literatures were not found for sheep and goats.

Study characteristics

Eligible studies were mostly carried out in Niamina East (NE) and Fulladu West (FW) districts of the Central River Region (CRR), and Kiang West (KW) district in the Lower River Region (LRR) in Fig. 2. The traditional extensive ruminant livestock management system where cattle are herded during the day but may be tied around the horns with ropes to short pegs during the night, and with tethering or herding of sheep and goats being restricted to the community neighborhood, especially during the cropping rainy season was the most reported among the eligible studies. The commonly mentioned

Fig. 1 PRISMA flow diagram summarizing literature selection processes. * indicates paper-based studies carried out long before 1980 but were recently published online. AAT, African animal trypanosomosis



tsetse fly species were *Glossina morsitans submorsitans* and *Glossina palpalis gambiensis*, found within the degraded and open savanna woodland habitats. All the studies used the BCT to determine positivity for trypanosomes in the blood samples collected with ethylenediamine tetra-acetic acid (EDTA)-coated tubes, and microscopy was used for speciation. Where reported, parasitaemia was scored according to Paris et al. (1982). The studies that used either serological (enzyme-linked immunosorbent assay—ELISA) or molecular technique (PCR) also combined the methods with the BCT. The loop-mediated isothermal amplification (LAMP) technique is yet to be used. Meanwhile, no study utilized combination of more than two detection methods.

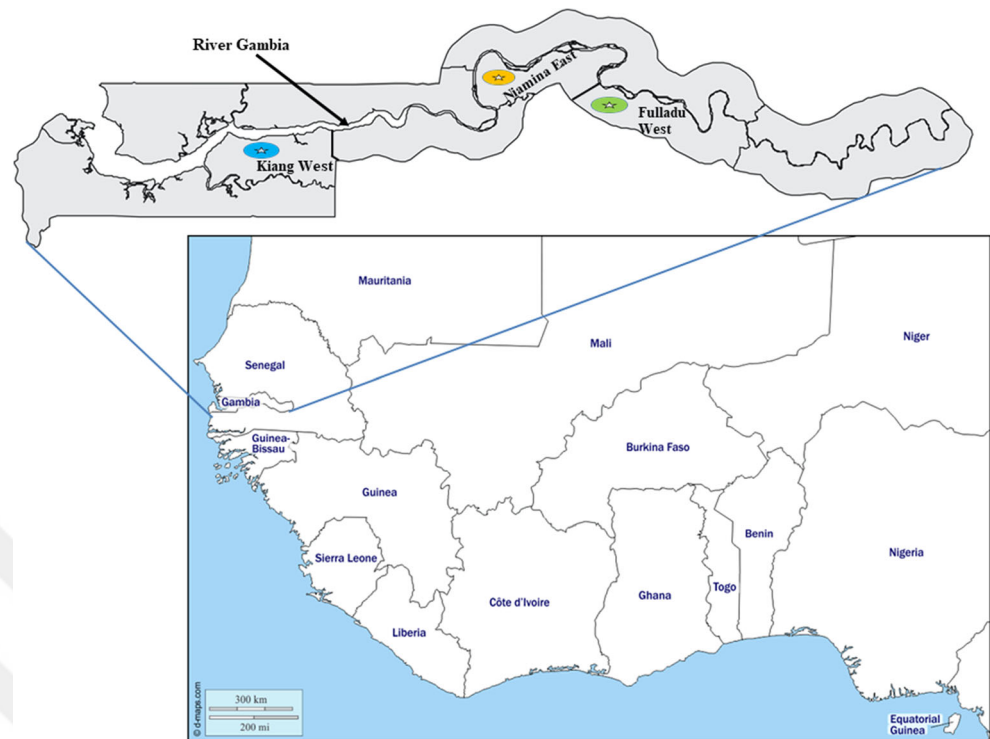
Where prevalence based on age of cattle was assessed (Dwinger et al. 1994a), the young adults (2 to 4 years) had a higher prevalence than the pre-yearlings (0 to 1 year) and yearlings (1 to 2 years). None of the eligible studies on cattle classified trypanosomosis prevalence according to sex of animals. Generally, seasonal prevalence was not reported but such information can be extrapolated from certain studies

(Fig. 4). Where reported, packed cell volume (PCV) less than 20% was commonly indicated as the benchmark for positive AAT cases. Average PCV values of 20.5 to 26.5 in cattle (Agyemang et al. 1991), 20.4 to 21.2 in sheep, and 20.1 to 21.1 in goats (Osaer et al. 1999) were reported for positive animals. Average monthly parasitaemia score in N'Dama cows with single infection was 2.3 for *T. brucei*, 2.8 for *T. congolense*, and 2.9 for *T. vivax* (Agyemang et al. 1993).

Trypanosomosis prevalence in sheep and goats

The prevalence estimates in sheep and goats based on BCT ranged from 3.2 to 8.1% in goats and 2.8 to 10.6% in sheep but up to 27.6% in goats through PCR (Table 3). Osaer et al. (1999) found no significant differences in trypanosomosis prevalence among sheep and goats in a high tsetse challenge area (NE). However, prevalence in sheep in low to medium tsetse challenge area (FW) was statistically higher. The results on WAD goats indicated that PCR was more sensitive to detect *T. vivax* than the

Fig. 2 The Gambian districts where most AAT epidemiological surveys were carried out



BCT but not for *T. congolense* (Pereira de Almeida et al. 1998). Meanwhile, *T. vivax* was the most common in both high and medium tsetse challenge areas, followed by *T. congolense* and *T. brucei* (Osaer et al. 1999). Mixed infection of *T. vivax* and *T. congolense* in WAD goats was also observed (Pereira de Almeida et al. 1998).

Trypanosomosis prevalence in cattle

The species of trypanosome reported by the studies varied according to location (districts and regions). Based on the BCT, prevalence of *T. congolense* being more than 90% of overall infection was observed, in KW district, by Dwinger

Table 3 Prevalence of trypanosomosis in naturally infected Gambian sheep and goats

Species	Detection method	District	No of animals	Prevalence (%)	Studies
Goat	BCT	FW and NE	76	7.9	Pereira de Almeida et al. (1998)
	PCR	FW and NE	76	27.6	Pereira de Almeida et al. (1998)
Sheep	BCT	NE	NES	9.4 ^a	Osaer et al. (1999)
				7.1 ^c	
Goat	BCT	NE	NES	8.1 ^a	Osaer et al. (1999)
				7.1 ^c	
Sheep	BCT	FW	NES	10.6 ^a	Osaer et al. (1999)
				2.8 ^b	
Goat	BCT	FW	NES	4.5 ^a	Osaer et al. (1999)
				3.2 ^b	

The breeds implied in this table are Djallonké sheep and West African Dwarf goats

BCT, buffy coat technique; PCR, polymerase chain reaction; FW, Fulladu West; NE, Niamina East; NES, not exactly stated

^{a,b,c} Mean trypanosome prevalence in year 1 (a), year 2 (b), and year 3 (c), respectively, with the first record taken in 1995

In Pereira de Almeida et al. (1998), the blood of same 76 goats was evaluated with both BCT and PCR

Osaer et al. (1999) reported total number of goats and sheep sampled in the two districts (Fulladu West (Bansang South) and Niamina East) as 650 and 500, respectively. However, the specific sample size of each species in the two districts could not be established

et al. (1994b). In certain studies (Agyemang et al. 1993; Dwinger et al. 1994b), higher prevalence of *T. vivax*, in NE district, was indicated. Generally, the most common form of mixed infections based on the BCT involved *T. vivax* and *T. congolense*. However, Duffy et al. (2009) who used species-specific PCR reported a higher prevalence of *T. vivax* and *T. brucei* mixed infection. Mixed infection involving the three trypanosomes by either the BCT (Agyemang et al. 1993) or PCR (Duffy et al. 2009) also had been reported. In addition, the non-pathogenic *T. theileria* had been identified (Dwinger et al. 1994b). Meanwhile, the parasitaemia was not often reported.

Based on the random effects model, the pooled AAT prevalence in cattle according to the BCT was estimated as 5.2% (95% CI: 4.0–6.4). The forest plot (Fig. 3) indicates prevalence estimates of each study and the pooled prevalence with 95% confidence intervals. Based on sensitivity analysis, estimated pooled prevalence was influenced by the summary effects models, type of publications, trypanosome detection method, and how they were combined in meta-analysis (Table 4). In subgroup analysis, prevalence also varied according to regions and districts of study, length, and years of observation (Table 5).

Discussion

The pooled prevalence of 5.2% (95% CI: 4.0–6.4) is interpreted as the estimated trypanosomosis prevalence in N'Dama cattle of The Gambia based on the BCT described by Murray et al. (1977). Although the BCT is specific for trypanosome detection, it has relatively low sensitivity when compared with PCR (Desquesnes 2016; Gall et al. 2004). That all eligible studies mentioned N'Dama cattle implies that this breed is the most common under a natural field-based management system in The Gambia. This fact is supported by the most recent livestock census in The Gambia (MoA 2016) in which the breed's population was estimated as 97% of the total cattle in the country. Meanwhile, the breed is such common because it is highly tolerant to trypanosomosis infection than some local zebu cattle breeds. The need for more research, institutional, and policy supports to improve productivity of the N'Dama breed had been emphasized (Olaniyan 2015; Olaniyan and Orunmuyi 2017). The few studies on small ruminants reported here were also on locally adapted WAD goat and Djallonké sheep breeds.

Prevalence of 38% for NE district at the animal level was reported by Agyemang et al. (1993), an indication that

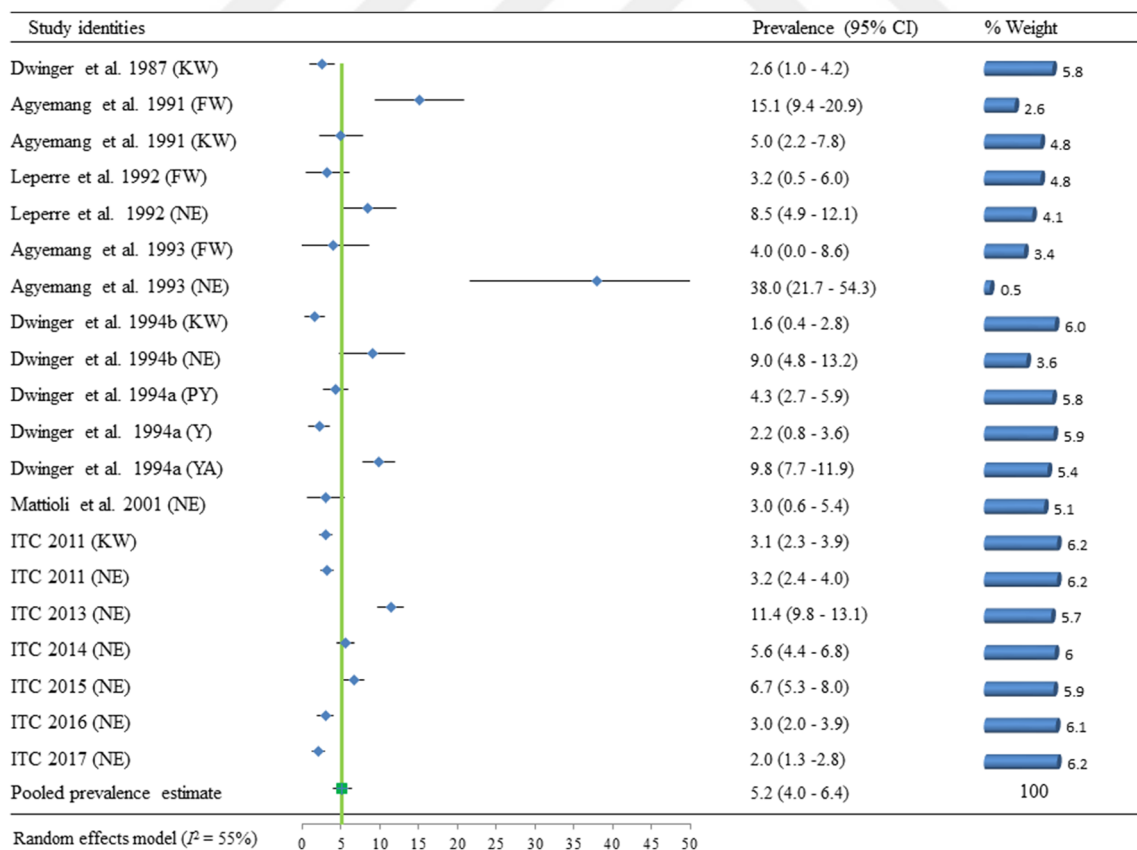


Fig. 3 Forest plot of trypanosomosis prevalence in The Gambian cattle (1980–2018). Acronyms in parentheses were used to differentiate prevalence reported in the original studies, such that PY = pre-yearlings (0 to 1 year), Y = yearling (1 to 2 years), YA = young adults (2 to 4 years),

KW = Kiang West district, NE = Niamina East district, FW = Fulladu West district, CI = confidence interval. All the studies presented here utilized the BCT to detect trypanosomes in blood samples. Each study weight was calculated relative to the total weight

Table 4 Sensitivity analysis[#] for trypanosomosis prevalence in The Gambian cattle

Study characteristics	No. of included results ^a	Prevalence (%)	Standard error	95% confidence interval (%)	Measure of heterogeneity	Reference to the concerned publications
					<i>Q</i> statistic ^b <i>I</i> ² index (%)	
Trypanosome detection method						
All methods ^c	22	6.2	0.71	4.8–7.6	102.4*	Dwinger et al. (1987); Agyemang et al. (1991, 1993); Leperre et al. (1992); Dwinger et al. (1994a, b); Mattioli et al. (2001); Duffy et al. (2009); ITC (2011, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017)
BCT only ^d	20	5.2	0.62	4.0–6.4	42.1*	Dwinger et al. (1987); Agyemang et al. (1991, 1993); Leperre et al. (1992); Dwinger et al. (1994a, b); Mattioli et al. (2001); ITC (2011, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017)
Summary effects model						
Fixed	20	3.8	0.16	3.5–4.1	234.0*	Same as for the BCT only
Random	20	5.2	0.62	4.0–6.4	42.1*	Same as for the BCT only
Excluding doubtful prevalence results						
Low prevalence ^e	19	5.4	0.69	4.0–6.7	38.1*	ITC (2011) NE district excluded
High prevalence ^f	19	5.0	0.60	3.8–6.2	29.3*	Agyemang et al. (1993) NE district excluded
Type of publications						
Peer-reviewed	12	6.0	1.08	3.9–8.1	24.4*	Agyemang et al. (1991, 1993); Leperre et al. (1992); Dwinger et al. (1994a, b); Mattioli et al. (2001)
Gray literature	8	4.6	0.83	3.0–6.3	12.1 ^{ns}	Dwinger et al. (1987); ITC (2011, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017)
Studies without splitting into results						
All ^g	14	7.2	0.89	5.5–9.0	81.0*	Dwinger et al. (1987); Agyemang et al. (1991, 1993); Leperre et al. (1992); Dwinger et al. (1994a, b); Mattioli et al. (2001); Duffy et al. (2009); ITC (2011, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017)
BCT only ^h	13	5.5	0.72	4.1–6.9	22.5*	Dwinger et al. (1987); Agyemang et al. (1991, 1993); Leperre et al. (1992); Dwinger et al. (1994a, b); Mattioli et al. (2001); ITC (2011, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017)

[#] Random effects model was used in all calculations except for the fixed effects indicated in assessing the summary effects models* $P < 0.05$ ^{ns} Not significant ($P > 0.05$)^a Number of results that reported trypanosomosis prevalence according to the indicated criteria^b Heterogeneity among the studies combined for meta-analysis and tested based on chi-square distribution with a null hypothesis (H_0): all combined studies are homogenous, and an alternative hypothesis (H_a): there is heterogeneity among the studies combined in the sensitivity meta-analysis^c Included all results on cattle that met the selection criteria. These included results based on the buffy coat technique (BCT), polymerase chain reaction (PCR), and enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA)^d Included only results based on the BCT only. Two results based on ELISA and PCR were excluded^e One result (ITC 2011 (NE)) excluded due to its low prevalence (3.2%; Fig. 3) as compared to other results from the same district (Niamina East) that used the same trypanosome detection method before 2016^f One study (Agyemang et al. 1993 (NE)) excluded due to its extreme prevalence (38%; Fig. 3) as compared to the other results^g All eligible studies combined irrespective of the trypanosome detection methods used, study area, or age of animals reported^h Only eligible studies that used the BCT were combined

Table 5 Subgroup analysis of trypanosomosis prevalence in The Gambian cattle based on the random effects model

Study characteristics		No. of included results ^a	Prevalence (%)	Standard error	95% confidence interval (%)	Measures of heterogeneity	Reference to the concerned publications
						Q statistic ^b I^2 index (%)	
Trypanosome detection method							
BCT	20		5.2	0.62	4.0–6.4	42.1*	54.9
PCR	1		10.9 ^c	2.37	6.2–15.5	-	-
ELISA	1		54.8 ^c	5.25	44.5–65.1	-	-
Regions							
Central River	13		6.1	0.90	4.3–7.9	28.8*	58.3
Lower River	4		2.8	0.53	1.7–3.8	3.5 ^{ns}	14.1
Districts							
Niamina East	10		6.0	0.99	4.1–8.0	23.1*	61.0
Fulladu West	3		7.1	3.27	0.7–13.5	2.6 ^{ns}	23.5
Kiang West	4		2.8	0.53	1.7–3.8	3.5 ^{ns}	14.1
Length of observation (months)							
≤ 12	11		4.9	0.75	3.4–6.3	15.8 ^{ns}	36.6
> 12 and ≤ 24	5		8.3	2.45	3.4–13.1	11.4*	65.0
> 24	3		6.5	2.85	0.9–12.1	3.7 ^{ns}	45.9
Year of observation (year intervals)							
1986–1990 ^d	12		5.2	0.93	3.4–7.0	27.8*	60.4
1996–2000	1		3.0 ^e	1.23	0.6–5.4	-	-
2011–2015	5		5.7	1.45	2.9–8.6	5.3 ^{ns}	25.0
2016–2017	2		2.5	0.45	1.6–3.3	1.0 ^{ns}	0.0

* $P < 0.05$ ^{ns} Not significant ($P > 0.05$)^a Number of results that reported trypanosomosis prevalence according to the indicated criteria^b Heterogeneity among the studies combined for meta-analysis and tested based on chi-square distribution with a null hypothesis (H_0): all included studies are homogenous, and an alternative hypothesis (H_a): there is heterogeneity among the studies combined in the subgroup meta-analysis^c Prevalence reported in the original result. The result was not meta-analyzed because only one study was found for the indicated criterion^d Studies originated from the ITC's large-scale epidemiological survey of village-managed N'Dama herds from late 1985 to 1991 (Agyemang et al. 1997)

prevalence in the country could vary according to location and seasons of the year. Data obtained for the same district in year 2013 (Fig. 4) also indicated high prevalence in early dry season. As observed in Fig. 3 and Table 5, it was difficult to ascertain the actual trend of national trypanosomosis prevalence level across the years, although a decrease in prevalence beginning from year 2016 was observed in NE district (Fig. 3). Possible reasons for change in trypanosomosis prevalence in an area include variation in tsetse–livestock contact pattern (Snow et al. 1996), reduction in tsetse ecological habitats through increased human settlement, crop cultivation, climate change, bush fire, deforestation (ITC 2011), changes in land use regulations, farming patterns, and farmers' socio-cultural practices. Meanwhile, how these indicated factors actually alter AAT prevalence needs to be systematically assessed.

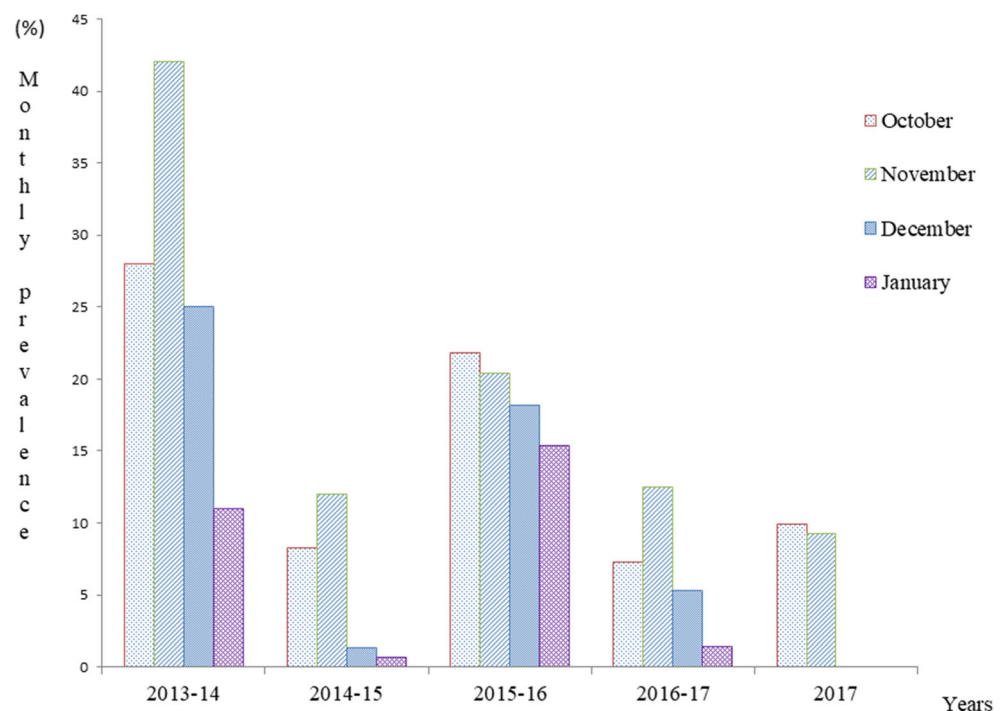
Within the period (1980 to 2018) investigated here, there were relatively more publications on field-based natural trypanosome infection in cattle ($n = 14$) than sheep and goats ($n = 2$). Similar situation was reported for Nigeria by Odeniran and Ademola (2018). Meanwhile, one of the reasons for this observation in The Gambia is that the initial studies focused on cattle, especially with objectives to understand the trypanotolerant traits in N'Dama (*Bos taurus*) as compared to zebu (*Bos indicus*) and their crossbreeds. From another perspective, the traditional system of herding cattle in the bush and their bigger body size as compared to sheep and goats may contribute to higher AAT challenge in the former and why AAT risk in cattle needs to be more studied. Even within a cattle herd, a study in Zimbabwe (Torr et al. 2007) indicated

that bigger cattle were more prone to tsetse fly bites than smaller ones. Simukoko et al. (2007) in Zambia also discovered that in the same endemic location, trypanosomosis burden was more on cattle than goats and pigs. The field studies in Burkina Faso and Côte d'Ivoire by Rayaisse et al. (2010) demonstrated that tsetse flies (*Glossina tachinoides*) were significantly attracted to natural odor from cattle than humans. The need for continued research toward understanding the significant roles of cattle in AAT epidemiology, its control, and eradication in field-based conditions is thereby implied.

The number of peer-reviewed publications on experimental studies as compared to natural infections found during the systematic search was more both on sheep and goats combined (15 vs 2 studies) and cattle (9 vs 7 studies). Limited ability to control, monitor, and consistently record data in a traditional livestock farming system possibly explains why there are few studies on natural field-based infection. For instance, transhumance or seasonal migration of especially cattle farmers during the dry season can complicate surveillance of trypanosomosis prevalence (Wacher et al. 1993). Also, most of the animals raised under extensive conditions are not usually tagged to facilitate data collection and monitoring of health parameters. Concerning the Jos Plateau in Nigeria, Majekodunmi et al. (2013) observed that understanding AAT epidemiology in cattle raised under a pastoral system was complicated by farmers' husbandry practices.

The data used in this study originated mostly from epidemiological surveys which involved ITC. This is why the studies concentrated mostly on the three districts where ITC's cattle herds and AAT monitoring stations are located.

Fig. 4 Trend of monthly trypanosomosis prevalence among ITC/WALIC cattle herds in Niamina East district during early dry season months. Data source: ITC (2013, 2014, 2015, 2016, 2017); zero prevalence for December 2017



Besides being a source of data for estimating prevalence in naturally infected animals, those epidemiological survey and the associated database allowed understanding of AAT in terms of its interaction with (a) nutrition and live weight changes (Agyemang et al. 1990a), (b) milk production under traditional management system (Agyemang et al. 1990b), (c) physiological status of cows in terms of pregnancy and lactation (Agyemang et al. 1991), (d) postpartum live weight change and reproductive efficiency (Agyemang et al. 1993), and (e) health and production parameters (Dwinger et al. 1994a). Meanwhile, a database meant to understand trypanosomosis prevalence also needs to integrate diurnal temperature, relative humidity, and rainfall patterns of the study locations. The need for repository where data can be reliably stored, extracted, and inferred for better understanding and consistent evaluation of progress toward control and eradication of AAT is hereby implied.

Through a systematic and rigorous search of eight important bibliographic databases, this study attempted to find all the eligible publications on the investigated subject. We did not find any missing eligible publication when the reference sections of the finally included papers were searched. Even though this rigorous process of searching publication databases resulted in many duplicates, it nonetheless reduced the possibility of leaving out eligible studies. This study by stating the search terms and how they were combined contributes to how searching many bibliographic databases and elimination of duplicate records can be approached. For reproducibility and objective interpretation of results in systematic reviews, appropriate search of relevant bibliographic databases and declaration of strategies used had been highly emphasized (Israel and Richter 2011; Liberati et al. 2009; Moher et al. 2009; Toews 2017).

This study benefited from inclusion of gray literature. Such approach as used in sensitivity analysis (Table 4) allowed us to better assess trend in trypanosomosis prevalence and also to address publication bias to certain extent. Concerning how compliant with the PRISMA checklist are the systematic reviews on veterinary subjects (Toews 2017), the importance of including gray literatures had been discussed. In the developing countries where disease surveillance reports may not always be published as peer-reviewed articles and also given limited access to paywall publications, researchers would need to improve validity and evidence generated from systematic reviews on livestock disease by including credible gray literatures.

The Q statistic based on a random effects model used in this study was significant ($P < 0.05$) in certain situations, but this does not hinder the possibility to combine studies since the values of heterogeneity (I^2) was moderate. This type of situation that could result from complex characteristics of field-based natural trypanosomosis infection rather implies that the combined results are somewhat heterogeneous and cannot

be analyzed with the fixed effects model. Meanwhile, the use of only Q statistic as a measure of heterogeneity among studies had been criticized because its power depends on number of studies, and therefore, not a reliable measure of heterogeneity (Higgins and Thompson 2002). This observation was also confirmed in this study. We obtained the pooled prevalence by combining results that have similarities, such as the same trypanosome detection method. This approach gave medium heterogeneity ($I^2 = 55\%$), as compared to high value ($I^2 = 79.5\%$) realized when all the studies were combined irrespective of the detection method (Table 4). Therefore, meta-analysts should carefully evaluate appropriateness of available studies and guide against combining those that have different outcomes (Israel and Richter 2011). When there is high heterogeneity, there is need to classify studies into subgroups based on common identities (Barendregt et al. 2013). The ME spreadsheet (Neyeloff et al. 2012) used for meta-analysis and making forest plot in this study was satisfactory just as the classical software. It is therefore suggested as an alternative in situations where classical meta-analysis software are not easily accessible or affordable.

With the objective to estimate the trypanosomosis prevalence in the Gambian cattle, sheep, and goats, we had as much as possible complied with the PRISMA reporting guidelines for systematic review and meta-analysis. We had also applied rigorous procedures to search and include relevant literatures. It is now evident that there are few research and publications on field-based AAT natural infection in the Gambian context. Most of the data reported originated from the ITC's database on monthly surveillance of AAT, and the existing literature on this topic covers three regions (West Coast, Lower River, and Central River) out of the five demographic regions where ruminants are mostly raised in The Gambia. The pooled trypanosomosis prevalence of 5.2% (95% CI: 4.0–6.4) estimated here for cattle is relatively low because the BCT commonly used as the trypanosome detection method is not very sensitive and the N'Dama cattle breed that mostly survive under field-based management conditions in the country is tolerant to AAT as well. On the other hand, this value implies that threat of AAT still exists in the country and the disease should not be overlooked. Considerable efforts and resources are still needed for regular surveillance of AAT under the field-based ruminant farming system in order to systematically ascertain the extent of this disease, and also to innovatively devise control and elimination strategies.

The other perspectives through which we have attempted to estimate the overall prevalence in Table 4 and Table 5 seem to reflect better results than when all studies are lumped together without attention to especially the trypanosome detection methods and locations of the study. This approach of disaggregating prevalence results for meaningful combinability in meta-analysis also helped us to differentiate and identify some nuances that could have been otherwise masked. Therefore,

trypanosome detection methods, year of observations, age of animals, and study locations are suggested to be considered factors that affect prediction of actual trypanosomosis prevalence in an area. Sex of animals, physiological status, herd composition, and seasons of the year are other important factors that should also be considered.

Supplementary Information The online version contains supplementary material available at <https://doi.org/10.1007/s11250-020-02461-w>.

Acknowledgments The authors wish to thank the Directorate of Library and Documentation of the Ege University for access to bibliography databases and also the staff of ITC/WALIC for the AAT monitoring survey information.

Code availability Not applicable.

Authors' contributions Olawale Festus Olaniyan designed the research, extracted and analyzed the data, and drafted the manuscript. Ibrahim Kaya was involved in verification of the analyzed data, results, and texts. Arss Secka was involved in identification of gray literature. All authors contributed to the manuscript, read and approve the final version.

Data availability Supplementary material attached (ESM_1-Olaniyan et al 2020).

Compliance with ethical standards

Conflict of interest The authors declare that they have no conflict of interest.

Ethical standards In this study, ethical standards were applied where applicable.

Ethics approval Not applicable.

Consent to participate Not applicable.

Consent for publication All authors agreed to the publication of this work.

Statement on the welfare of animals This article does not contain any studies with animals performed by any of the authors.

References

- Agyemang, K., Dwinger, R.H., Touray, B.N., Jeannin, P., Fofana, D., Grieve, A.S., 1990a. Effects of nutrition on degree of anaemia and liveweight changes in N'Dama cattle infected with trypanosomes. *Livestock Production Science* 26, 39–51
- Agyemang, K., Dwinger, R.H., Jeannin, P., Leperre, P., Grieve, A.S., Bah, M.L., Little, D.A., 1990b. Biological and economic impact of trypanosome infections on milk production in N'Dama cattle managed under village conditions in The Gambia. *Animal Production* 50, 383–389
- Agyemang, K., Dwinger, R.H., Little, D.A., Leperre, P., Grieve, A.S., 1991. Interaction between physiological status in N'Dama cows and trypanosome infections and its effect on health and productivity of cattle in Gambia. *Acta Tropica* 50, 91–99
- Agyemang, K., Dwinger, R.H., Little, D.A., Rowlands, G.J., 1997. Village N'Dama cattle production in West Africa: Six years of research in The Gambia, (International Livestock Research Institute (Kenya) and International Trypanotolerance Centre (The Gambia)
- Agyemang, K., Little, D.A., Mattioli, R., Sonko, E., Janneh, L., 1993. Effects of trypanosome infection and postpartum liveweight change on resumption of reproduction activity in N'Dama cows. *Theriogenology* 39, 985–95
- Barendregt, J.J., Doi, S.A., Lee, Y.Y., Norman, R.E., Vos, T., 2013. Meta-analysis of prevalence. *Journal of Epidemiology and Community Health* 67, 974–978
- Bargul, J.L., Jung, J., McOdimba, F.A., Omogo, C.O., Adung'a, V.O., Krüger, T., Masiga, D.K., Engstler, M., 2016. Species-Specific adaptations of trypanosome morphology and motility to the mammalian host. *PLOS Pathogens* 12, e1005448
- Batista, J.S., Freitas, C.I.A., da Silva, J.B., Cavalcante, T.V., de Paiva, K.A.R., Lopes, F.C., Lira, R., 2017. Clinical evaluation and reproductive indices of dairy cows naturally infected with *Trypanosoma vivax*. *Semina: Ciências Agrárias*, 38, 3031–3038
- Desquesnes, M., 2016. Compendium of standard diagnostic protocols for animal trypanosomoses of African origin (OIE Reference Laboratory for Animal Trypanosomoses of African origin)
- Diall, O., Cecchi, G., Wanda, G., Argilés-Herrero, R., Vreysen, M. J. B., Cattoli, G., Viljoen, G.J., Mattioli, R., Bouyer, J., 2017. Developing a Progressive Control Pathway for African Animal Trypanosomosis. *Trends in Parasitology* 33, 499–509
- Duffy, C.W., Morrison, L.J., Black, A., Pinchbeck, G.L., Christley, R.M., Schoenefeld, A., Tait, A., Turner, C.M.R., MacLeod, A., 2009. *Trypanosoma vivax* displays a clonal population structure. *International Journal for Parasitology* 39, 1475–1483
- Duval, S., Tweedie, R., 2000. A nonparametric “Trim and Fill” method of accounting for publication bias in meta-analysis. *Journal of the American Statistical Association* 95, 89–98
- Dwinger, R.H., Agyemang, K., Jeannin, P., Grieve, A.S., 1987. Research project on the productivity of N'Dama cattle in Senegambia (Second Annual Report, International Trypanotolerance Centre) [Cited from Agyemang et al., 1990a]
- Dwinger, R.H., Agyemang, K., Kaufmann, J., Grieve, A.S., Bah, M.L., 1994a. Effects of trypanosome and helminth infections on health and production parameters of village N'Dama cattle in The Gambia. *Veterinary Parasitology* 54, 353–65
- Dwinger, R.H., Agyemang, K., Snow, W.F., Rawlings, P., Leperre, P., Bah, M.L., 1994b. Productivity of trypanotolerant cattle kept under traditional management conditions in the Gambia. *Veterinary Quarterly* 16, 81–86
- Gall, Y., Weitag, T., Bauer, B., Sidibe, I., McDermott, J., Mehlitz, D., Clausen, P-H., 2004. Trypanocidal failure suggested by PCR results in cattle field samples. *Acta Tropica* 92, 7–16
- Giordani, F., Morrison, L.J., Rowan, T.G., De Koning, H.P., Barrett, M.P., 2016. The animal trypanosomiasis and their chemotherapy: a review. *Parasitology* 143, 1862–1889
- Higgins, J.P.T., Thompson, S.G., 2002. Quantifying heterogeneity in a meta-analysis. *Statistics in Medicine* 21, 1539–1558
- Huedo-Medina, T.B., Sánchez-Meca, J., Marín-Martínez, F., Botella, J., 2006. Assessing heterogeneity in meta-analysis: Q statistic or I² index? *Psychological Methods* 11, 193–206
- Israel, H., Richter, R.R., 2011. A guide to understanding meta-analysis. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 41, 496–504
- ITC, 2011. Assessment of climatic factors on Glossina species distribution, challenge and trypanosome infection in endemic cattle breeds at two PROGEBA sites (Niamina East and Kiang West districts) in The Gambia (Project report, International Trypanotolerance Centre)
- ITC, 2013. Annual Report of 2013 and Outlook for 2014 (Unpublished report, International Trypanotolerance Centre)
- ITC, 2014. Annual Report of 2014 and Outlook for 2015 (Unpublished report, International Trypanotolerance Centre)

- ITC, 2015. Annual Report of 2015 and Outlook for 2016 (Unpublished report, International Trypanotolerance Centre)
- ITC, 2016. Annual Report of 2016 and Outlook for 2017 (Unpublished report, International Trypanotolerance Centre)
- ITC, 2017. Annual Report of 2017 and Outlook for 2018 (Unpublished report, International Trypanotolerance Centre)
- Lepierre, P., Dwinger, R.H., Rawlings, P., Janneh, L., Zurcher, G., Faye, J., Maxwell, J., 1992. Etude des paramètres zootechniques de la race Ndama en milieu traditionnel villageois en Gambie. *Revue d'élevage et de Médecine Vétérinaire Des Pays Tropicaux* 45, 55–62
- Liberati, A., Altman, D.G., Tetzlaff, J., Mulrow, C., Gøtzsche, P.C., Ioannidis, J.P.A., Clarke, M., Devereaux, P.J., Kleijnen, J., Moher, D., 2009. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate healthcare interventions: explanation and elaboration. *BMJ* 339, b2700
- Majekodunmi, A.O., Fajinmi, A., Dongkum, C., Picozzi, K., Thrusfield, M. V., Welburn, S.C., 2013. A longitudinal survey of African animal trypanosomiasis in domestic cattle on the Jos Plateau, Nigeria: prevalence, distribution and risk factors. *Parasites & Vectors* 6, 239
- Mattioli, R.C., Faye, J.A., Jaitner, J., 2001. Estimation of trypanosomal status by the buffy coat technique and an antibody ELISA for assessment of the impact of trypanosomosis on health and productivity of N'Dama cattle in The Gambia. *Veterinary Parasitology* 95, 25–35
- MoA, 2016. National Livestock Census. Ministry of Agriculture. Banjul. pp. 1–32
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D.G., The PRISMA Group, 2009. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *PLoS Medicine* 6, e1000097
- Morrison, L.J., Vezza, L., Rowan, T., Hope, J.C., 2016. Animal African Trypanosomiasis: Time to Increase Focus on Clinically Relevant Parasite and Host Species. *Trends in Parasitology* 32, 599–607
- Murray, M., Murray, P.K., McIntyre, W.I.M., 1977. An improved parasitological technique for the diagnosis of African trypanosomiasis. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene* 71, 325–326
- Neyeloff, J.L., Fuchs, S.C., Moreira, L.B., 2012. Meta-analyses and Forest plots using a microsoft excel spreadsheet: step-by-step guide focusing on descriptive data analysis. *BMC Research Notes* 5, 52
- Odeniran, P.O., Ademola, I.O., 2018. A meta-analysis of the prevalence of African animal trypanosomiasis in Nigeria from 1960 to 2017. *Parasites & Vectors* 11, 280
- OIE, 2013. Trypanosomosis (tsetse transmitted): Aetiology, epidemiology, diagnosis, prevention and control (Technical Disease Cards, World Organization for Animal Health)
- Olaniyan, O.F., 2015. Sustaining N'Dama cattle for the resource-poor farmers in The Gambia. *Bulletin of Animal Production and Health in Africa* 63, 83–92
- Olaniyan, O.F., Orunmuyi, M., 2017. Promoting Farmers' Resilience to Climate Change: An Option of the N'Dama Cattle in West Africa, In: W. Leal Filho, S. Belay, J. Kalangu, W. Menas, P. Munishi, and K. Musiyiwa (eds), *Climate Change Adaptation in Africa: Fostering Resilience and Capacity to Adapt*, Springer International Publishing, New York City 345–356
- Osaer, S., Goossens, B., Kora, S., Gaye, M., Darboe, L., 1999. Health and productivity of traditionally managed Djallonke sheep and West African dwarf goats under high and moderate trypanosomosis risk. *Veterinary Parasitology* 82, 101–119
- Paris, J., Murray, M., McOdimba, F., 1982. A comparative evaluation of the parasitological techniques currently available for the diagnosis of African trypanosomiasis in cattle. *Acta Tropica* 39, 307–316
- Pereira de Almeida, P.J.L., Ndao, M., Goossens, B., Osaer, S., 1998. PCR primer evaluation for the detection of trypanosome DNA in naturally infected goats. *Veterinary Parasitology* 80, 111–116
- Rayaisse, J.B., Tirados, I., Kaba, D., Dewhirst, S.Y., Logan, J.G., Diarrassouba, A., Salou, E., Omolo, M.O., Solano, P., Lehane, M.J., Pickett, J.A., Vale, G.A., Torr, S.J., Esterhuizen, J., 2010. Prospects for the Development of Odour Baits to Control the Tsetse Flies *Glossina tachinoides* and *G. palpalis* s.l. *PLoS Neglected Tropical Diseases* 4, e632
- Simukoko, H., Marcotty, T., Phiri, I., Geysen, D., Vercruysse, J., Van den Bossche, P., 2007. The comparative role of cattle, goats and pigs in the epidemiology of livestock trypanosomiasis on the plateau of eastern Zambia. *Veterinary Parasitology* 147, 231–238
- Snow, W.F., Wachter, T.J., Rawlings, P., 1996. Observations on the prevalence of trypanosomosis in small ruminants, equines and cattle in relation to tsetse challenge in The Gambia. *Veterinary Parasitology* 66, 1–11
- Todd, J.L., Wolbach, S.B., 1912. Parasitic Protozoa from the Gambia : Second Report of the Expedition of the Liverpool School of Tropical Medicine to the Gambia, 1911. *The Journal of Medical Research* 26, 195–218 + Plates X, XI and XII
- Toews, L.C., 2017. Compliance of systematic reviews in veterinary journals with Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis (PRISMA) literature search reporting guidelines. *Journal of the Medical Library Association* 105, 233–239
- Torr, S.J., Prior, A., Wilson, P.J., Schofield, S., 2007. Is there safety in numbers? The effect of cattle herding on biting risk from tsetse flies. *Medical and Veterinary Entomology* 21, 301–311
- Wachter, T.J., Rawlings, P., Snow, W.F., 1993. Cattle migration and stocking densities in relation to tsetse-trypanosomiasis challenge in The Gambia. *Annals of Tropical Medicine & Parasitology* 87, 517–524
- Yorke, W., Blacklock, B., 1911. The Trypanosomes Found in Two Horses Naturally Infected in the Gambia. *Annals of Tropical Medicine & Parasitology* 5, 413–434

Publisher's note Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

SPRINGER NATURE LICENSE
TERMS AND CONDITIONS

Aug 28, 2021

This Agreement between Prof. Ibrahim Kaya ("You") and Springer Nature ("Springer Nature") consists of your license details and the terms and conditions provided by Springer Nature and Copyright Clearance Center.

License Number 4997260973704

License date Jan 27, 2021

Licensed Content
Publisher Springer Nature

Licensed Content
Publication Tropical Animal Health and Production

Licensed Content Title Trypanosomosis prevalence in natural field-based infection: insights into systematic review and meta-analysis of studies from 1980 to 2018 on The Gambian ruminants with special emphasis on cattle

Licensed Content
Author Olawale Festus Olaniyan et al

Licensed Content Date Nov 21, 2020

Type of Use Thesis/Dissertation

Requestor type academic/university or research institute

Format print and electronic

Portion full article/chapter

Will you be
translating? yes, including original language

Number of languages 1

Circulation/distribution 1000 - 1999

Author of this Springer
Nature content yes

Title Understanding the nexus of trypanosome prevalence, cow milk composition and cattle farmers' production practices in the Gambian areas affected by African Animal Trypanosomosis

Institution name Ege University, Agricultural Faculty, Animal Science Department

Expected presentation
date Jul 2021

Specific Languages Turkish, English

Requestor Location Prof. Ibrahim Kaya
Ege University, Agricultural Faculty
Animal Science Department
Bornova
Izmir, 35100
Turkey
Attn: Prof. Dr. Ibrahim Kaya

Total 0.00 USD

Terms and Conditions

Springer Nature Customer Service Centre GmbH Terms and Conditions

This agreement sets out the terms and conditions of the licence (the **Licence**) between you and **Springer Nature Customer Service Centre GmbH** (the **Licensor**). By clicking 'accept' and completing the transaction for the material (**Licensed Material**), you also confirm your acceptance of these terms and conditions.

1. Grant of License

1. 1. The Licensor grants you a personal, non-exclusive, non-transferable, world-wide licence to reproduce the Licensed Material for the purpose specified in your order only. Licences are granted for the specific use requested in the order and for no other use, subject to the conditions below.

1. 2. The Licensor warrants that it has, to the best of its knowledge, the rights to license reuse of the Licensed Material. However, you should ensure that the material you are requesting is original to the Licensor and does not carry the copyright of

another entity (as credited in the published version).

1. 3. If the credit line on any part of the material you have requested indicates that it was reprinted or adapted with permission from another source, then you should also seek permission from that source to reuse the material.

2. Scope of Licence

2. 1. You may only use the Licensed Content in the manner and to the extent permitted by these Ts&Cs and any applicable laws.

2. 2. A separate licence may be required for any additional use of the Licensed Material, e.g. where a licence has been purchased for print only use, separate permission must be obtained for electronic re-use. Similarly, a licence is only valid in the language selected and does not apply for editions in other languages unless additional translation rights have been granted separately in the licence. Any content owned by third parties are expressly excluded from the licence.

2. 3. Similarly, rights for additional components such as custom editions and derivatives require additional permission and may be subject to an additional fee.

Please apply to

Journalpermissions@springernature.com/bookpermissions@springernature.com for these rights.

2. 4. Where permission has been granted **free of charge** for material in print, permission may also be granted for any electronic version of that work, provided that the material is incidental to your work as a whole and that the electronic version is essentially equivalent to, or substitutes for, the print version.

2. 5. An alternative scope of licence may apply to signatories of the [STM Permissions Guidelines](#), as amended from time to time.

3. Duration of Licence

3. 1. A licence for is valid from the date of purchase ('Licence Date') at the end of the relevant period in the below table:

Scope of Licence	Duration of Licence
Post on a website	12 months
Presentations	12 months
Books and journals	Lifetime of the edition in the language purchased

4. Acknowledgement

4. 1. The Licensor's permission must be acknowledged next to the Licenced Material in print. In electronic form, this acknowledgement must be visible at the same time as the figures/tables/illustrations or abstract, and must be hyperlinked to the journal/book's homepage. Our required acknowledgement format is in the Appendix below.

5. Restrictions on use

5. 1. Use of the Licensed Material may be permitted for incidental promotional use and minor editing privileges e.g. minor adaptations of single figures, changes of format, colour and/or style where the adaptation is credited as set out in Appendix 1 below. Any other changes including but not limited to, cropping, adapting, omitting material that affect the meaning, intention or moral rights of the author are strictly prohibited.

5. 2. You must not use any Licensed Material as part of any design or trademark.

5. 3. Licensed Material may be used in Open Access Publications (OAP) before publication by Springer Nature, but any Licensed Material must be removed from OAP sites prior to final publication.

6. Ownership of Rights

6. 1. Licensed Material remains the property of either Licensor or the relevant third party and any rights not explicitly granted herein are expressly reserved.

7. Warranty

IN NO EVENT SHALL LICENSOR BE LIABLE TO YOU OR ANY OTHER PARTY OR ANY OTHER PERSON OR FOR ANY SPECIAL, CONSEQUENTIAL, INCIDENTAL OR INDIRECT DAMAGES, HOWEVER CAUSED, ARISING OUT OF OR IN CONNECTION WITH THE DOWNLOADING, VIEWING OR USE OF THE MATERIALS REGARDLESS OF THE FORM OF ACTION, WHETHER FOR BREACH OF CONTRACT, BREACH OF WARRANTY, TORT, NEGLIGENCE, INFRINGEMENT OR OTHERWISE (INCLUDING, WITHOUT LIMITATION, DAMAGES BASED ON LOSS OF PROFITS, DATA, FILES, USE, BUSINESS OPPORTUNITY OR CLAIMS OF THIRD PARTIES), AND WHETHER OR NOT THE PARTY HAS BEEN ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGES. THIS LIMITATION SHALL APPLY NOTWITHSTANDING ANY FAILURE OF ESSENTIAL PURPOSE OF ANY LIMITED REMEDY PROVIDED HEREIN.

8. Limitations

8. 1. BOOKS ONLY: Where 'reuse in a dissertation/thesis' has been selected the following terms apply: Print rights of the final author's accepted manuscript (for clarity, NOT the published version) for up to 100 copies, electronic rights for use only on a personal website or institutional repository as defined by the Sherpa guideline (www.sherpa.ac.uk/romeo/).

8. 2. For content reuse requests that qualify for permission under the [STM Permissions Guidelines](#), which may be updated from time to time, the STM Permissions Guidelines supersede the terms and conditions contained in this licence.

9. Termination and Cancellation

9. 1. Licences will expire after the period shown in Clause 3 (above).

9. 2. Licensee reserves the right to terminate the Licence in the event that payment is not received in full or if there has been a breach of this agreement by you.

Appendix 1 — Acknowledgements:

For Journal Content:

Reprinted by permission from [the Licensors]: [Journal Publisher (e.g. Nature/Springer/Palgrave)] [JOURNAL NAME] [REFERENCE CITATION (Article name, Author(s) Name), [COPYRIGHT] (year of publication)]

For Advance Online Publication papers:

Reprinted by permission from [the Licensors]: [Journal Publisher (e.g. Nature/Springer/Palgrave)] [JOURNAL NAME] [REFERENCE CITATION (Article name, Author(s) Name), [COPYRIGHT] (year of publication), advance online publication, day month year (doi: 10.1038/sj.[JOURNAL ACRONYM].)]

For Adaptations/Translations:

Adapted/Translated by permission from [the Licensors]: [Journal Publisher (e.g. Nature/Springer/Palgrave)] [JOURNAL NAME] [REFERENCE CITATION (Article name, Author(s) Name), [COPYRIGHT] (year of publication)]

Note: For any republication from the British Journal of Cancer, the following credit line style applies:

Reprinted/adapted/translated by permission from [the Licensors]: on behalf of Cancer Research UK: : [Journal Publisher (e.g. Nature/Springer/Palgrave)] [JOURNAL NAME] [REFERENCE CITATION (Article name, Author(s) Name), [COPYRIGHT] (year of publication)]

For Advance Online Publication papers:

Reprinted by permission from The [the Licensors]: on behalf of Cancer Research UK: [Journal Publisher (e.g. Nature/Springer/Palgrave)] [JOURNAL NAME] [REFERENCE CITATION (Article name, Author(s) Name), [COPYRIGHT] (year of publication), advance online publication, day month year (doi: 10.1038/sj.[JOURNAL ACRONYM].)]

For Book content:

Reprinted/adapted by permission from [the Licensors]: [Book Publisher (e.g. Palgrave Macmillan, Springer etc)] [Book Title] by [Book author(s)] [COPYRIGHT] (year of publication)]

Other Conditions:

Version 1.3

Questions? customercare@copyright.com or +1-855-239-3415 (toll free in the US) or +1-978-646-2777.
