

## Süt İneklerinde Beslemenin Fertilite ile İlişkisi

Kader YOLCU<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, Eleşkirt Celal Oruç Hayvansal Üretim Yüksekokulu, Ağrı

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0001-5495-7500>

\*Sorumlu yazar: [kyilmaz@agri.edu.tr](mailto:kyilmaz@agri.edu.tr)

### Derleme

#### Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 03.04.2023

Kabul tarihi: 20.07.2023

Online Yayınlanma: 22.01.2024

#### Anahtar Kelimeler:

Besleme

Fertilite

Enerji

Protein

Vitamin

### ÖZ

Sığırlarda üreme performansı; genetik, besleme, sağlık, yönetim ve ısı kontrolü, boğa etkinliği ve suni tohumlama ile ilgili uygulamaların rol oynadığı çok faktörlü bir değişkendir. Fertilite üzerindeki en etkili faktör besleme faktörüdür. Enerji, yağ, protein, vitamin ve makro - mikro besin elementlerinin hem ayrı ayrı hem de sinerjik olarak oluşturdukları etkiler reproduktif fonksiyonlarla doğrudan ilişkilidir. Reproduktif fonksiyonlar, beslemenin gonadotropin sekresyon dengesi, ovaryum aktivitesi ve uterus üzerindeki doğrudan ve keskin etkileriyle modüle edilmektedir. İyi bir sürü ve besleme idaresi ile istenilen maksimum üretim kapasitesine ulaşılabilen ve işletme karlılığı olumlu yönde etkilenebilmektedir. Bu durum ise ancak çok yönlü (enerji, protein, yağ, vitamin ve mineral) ve dengede bir besleme programının hazırlanması ve uygulanmasıyla mümkün olabilmektedir. Büyük oranda vücut ağırlık kaybıyla sonuçlanan genel besleme yetersizliği, pubertası geciktirerek, ovaryum aktivitelerini ve üreme döngüsünü bozarak infertiliteye neden olmaktadır. Öte yandan, aşırı beslemeye bağlı şekillenen yağlanma sonucunda da, folikülogenezis bozulmakta, oosit kalitesi düşmekte ve embriyonik yetmezlik ortaya çıkarak üreme olumsuz yönde etkilenebilmektedir. Bu çalışmada; enerji, protein, vitamin ve mineraller gibi besleme unsurlarının fertilite ile ilişkileri derlenmiştir.

## The Relationship Between Nutrition and Fertility in Dairy Cows

### Review Article

#### Article History:

Received: 03.04.2023

Accepted: 20.07.2023

Published online: 22.01.2024

#### Keywords:

Nutrition

Fertility

Energy

Protein

Vitamin

### ABSTRACT

Reproductive performance in cattle; It is a multifactorial variable in which genetics, nutrition, health, management and temperature control, bull efficiency and practices related to artificial insemination play a role. The most influential factor on fertility is the feeding factor. The effects of energy, fat, protein, vitamins and macro-micronutrient elements, both separately and synergistically, are directly related to reproductive functions. Reproductive functions are modulated by direct and acute effects of feeding on gonadotropin secretion balance, ovarian activity, and uterus. With a good herd and feeding management, the desired maximum production capacity can be reached and the profitability of the business can be positively affected. This is only possible with the preparation and implementation of a versatile (energy, protein, fat, vitamin and mineral) and balanced nutrition program. General malnutrition, which results in large body weight loss, delays puberty, disrupts ovarian activities and reproductive cycle, causing infertility. On the other hand, as a result of lubrication due to overfeeding, folliculogenesis deteriorates, oocyte quality decreases, and embryonic failure may occur and reproduction may be adversely affected. In this study; The relationship of nutritional elements such as energy, protein, vitamins and minerals with fertility was compiled.

**To Cite:** Yolcu K. Süt İneklerinde Beslemenin Fertilite ile İlişkisi. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2024; 7(1): 378-398.

## 1. Giriş

Süt sığırcılığı işletmelerinde sürüden ayıklama sonucu ekonomik kayıpların boyutu oldukça ciddidir. İşletmelerde yıllık sürüden ayıklama oranı %23-36 arasında değişmekte olup, ayıklamanın en yaygın nedenleri arasında fertilitate problemleri, düşük süt verimi, meme problemleri ve topallık yer almaktadır. Fertilitate problemleri %40'a varan bir oranla en sık karşılaşılan ayıklama nedeni arasında yer almaktadır. Sürüden ayırma oranlarındaki artış, kötü refah durumunun bir göstergesi olarak kabul edilmektedir (Compton ve ark., 2017; Dahl-Pedersen ve ark., 2018; De Vries ve Marcondes, 2020; Grzesiak ve ark., 2022). Bu problemlerin gelişiminde ise beslemenin rolü oldukça büyüktür (Bisinotto ve ark., 2018; Langova ve ark., 2020).

Büyükbaş hayvan yetiştiriciliğinde sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi için, ulaşılmak istenen temel hedef, pubertasa erişmiş her bir dişi hayvandan, her yıl senkronize bir şekilde bir adet buzağı elde etmektir (Schillo ve ark., 1992; Do C ve ark., 2013; Heryani ve ark., 2019). Bu hedefe ulaşabilmek için düvenin yeterli yaş ve canlı ağırlıkta pubertasa ulaşması gerekmektedir. Düveler ortalama 9 ila 11 aylık yaşta ve 250 ila 280 kg canlı ağırlıkta pubertasa ulaşmaktadır. Düvelerde istenen 24 aylık buzağılama yaşının 16 aya düşürülebilmesi için ortalama 8-9 aylık yaşta pubertasa ulaşması ve günlük canlı ağırlık artışının 450 gramdan 850 grama çıkarılması gerekmektedir. Pubertas başlangıç mekanizması besleme durumu ve endokrin sistemin etkileşimi ile gerçekleştiğinden dolayı buradaki canlı ağırlık artışının sağlanabilmesi için ise yeni bir besleme programının oluşturulup uygulanması gerekmektedir (Schillo ve ark., 1992; Serjsen ve Purup, 1997; Cardoso ve ark., 2020).

Buzağı ve düvelerin besleme yönetimi, işletmelerde ihmal edilen konulardan biridir. Buzağuların başta sütten kesim, kaba yeme geçiş dönemi ve sonrasındaki besleme şekli, bunun yanında annenin kuru dönem beslemesi oldukça önemlidir. Beslemede meydana gelen değişimler hipotalamustan GnRH sentezini oldukça fazla etkilemektedir. Besleme, metabolik ve üreme hormonlarındaki değişikliklerin yanında ovaryumlardaki foliküler gelişimi de doğrudan etkilemektedir. Uygulanan besleme şekli, verim durumu ve hayvanın vücut kondisyon skoruna bakılarak ayarlanmalıdır (Cushman ve ark., 2009; Verma ve ark., 2019; Bhatta ve Kaphle, 2020). Yeni doğan buzağılarda ise vücut ağırlığı artışı kolostrum ve sütle besleme, sütten kesilme yaşı ve buzağuların besleme yönetimi ile ilişkilidir. Düşük kaliteli kolostrum ve sütle besleme, yetersiz besleme ile erken sütten kesmenin vücut ağırlığı artışında azalmaya yol açmaktadır (Lorenz ve ark., 2011). Yetersiz besleme sonucu, pubertasa girme yaşı, servis periyodu, buzağılama aralığı uzamakta ve fertilitate problemleri ortaya çıkmaktadır. Yoğun besleme programına tabi tutulan sığırlarda kilo artışı ve yağlanma şekillenmekte ve yine aynı şekilde fertilitate problemleri ile karşılaşılmaktadır. Gebe olan sığırlarda son trimesterdeki besleme durumu, doğan dişi buzağının üreme kabiliyetini etkilemekte ve ilk üreme sezonunda da gebe kalabilme olasılığını arttırmaktadır (Çolakoğlu ve Küplülü, 2016; Bach, 2019; Cardoso ve ark., 2020; Klein ve ark., 2021). Özellikle gebeliğin son üç haftası ve doğum sonrası ilk 3 haftayı kapsayan geçiş döneminde artan besin ihtiyacının karşılanamaması sonucu, maternal vücut rezervlerinin kullanılmasıyla bir sonraki üreme performansını olumsuz yönde etkileyen çeşitli metabolik

bozukluklar ortaya çıkabilmektedir (Roche ve ark., 2018; Cardoso ve ark., 2020). Bu sebeplerden dolayı hayvanlar fizyolojik dönemlerine göre gruplandırılarak, her gruba ait hayvanların ihtiyacını karşılayacak dengeli bir besleme programı oluşturulup, uygulanması gerekmektedir.

## 2. Enerji ve Üreme İlişkisi

### 2.1. Vücut kondisyon skoru (VKS) ve fertilité arasındaki ilişki

Sığırlarda üreme organlarının gelişimi; fetal dönemde başlamakta, prepubertal dönemde devam etmekte ve yaşamın erken dönemlerinde besleme düzeyi ve canlı ağırlık artışından oldukça fazla etkilenmektedir. Fertilité ve sağlık açısından önemli olan enerji dengesi birçok yöntemle belirlenebileceği gibi, vücut kondisyon skoruyla da takip edilebilmektedir. Bir işletmede VKS takibi, süt verim potansiyelinin artırılması, reproduktif problemlerin en aza indirgenmesi, bakım ve beslemedeki aksaklıkların kontrolü ve negatif enerji dengesinin belirlenmesi bakımından büyük öneme sahiptir (Domecq ve ark., 1997; Çolakoğlu ve Küplülü, 2016; Singh ve ark., 2020). Sığırların bulunduğu fizyolojik dönemlere göre vücut kondisyon skoru değişiklik gösterebilmektedir (Tablo 1).

**Tablo 1.** İneklerde fizyolojik dönemlere göre önerilen vücut kondisyon skorları (Jones ve Heinrichs, 2003).

VÜCUT KONDİSYON SKORU				
Dönem	Gün	Hedef	En az	En fazla
Doğum	0	3,50	3,25	3,75
Erken laktasyon	1-30	3,0	2,75	3,25
Pik süt verimi	31-100	2,75	2,50	3,0
Orta laktasyon	101-200	3,0	2,75	3,25
Geç laktasyon	201-300	3,25	3,0	3,75
Kuru dönem	>300	3,5	3,25	3,75

İşletmelerde süt verimine fazla önem verilmesinden dolayı sığır yetiştiriciliğinde buzağı ve düveler göz ardı edilmektedir (Bhatti ve ark., 2009; Ateş ve Arık, 2021). Oysaki ineklerin doğumdan sonraki et, süt ve döl verim potansiyeli, ineğin buzağılık ve düvelik dönemine uzanıp, bakım-beslemesi ve büyüme başarısı ile yakından ilişkilidir. İnek ve düvelerde hayvanların kendi yaşamı için ve üretim sırasında kaybettiği enerjinin tam olarak karşılanamaması sonucu vücutta yağların mobilizasyonu gerçekleşir. Bunun sonucunda kilo kaybı ve VKS `de düşüş şekillenebilir (Spitzer, 1995; Michael ve ark., 2019). Bir birimlik VKS düşüşü ortalama 80 kg`lık bir ağırlık kaybına eşdeğerdir (Serbester ve ark., 2012).

İneklerde doğum sırasındaki VKS, doğum sonrası yeniden gebe kalma süresini etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Buzağılamayı takiben, lipolizisin uyarılması VKS`de kayba neden olur. Postpartum erken dönemde karaciğerde büyüme hormonu (GH) reseptörleri azalmakta, bu durum ise artan GH konsantrasyonlarına rağmen IGF-I konsantrasyonlarının düşmesine neden olmaktadır. Hayvanların gebelik dönemi boyunca yüksek enerjili bir rasyonla beslenmesinin, doğum sonrası VKS kaybının artmasına, gebe kalma süresinin uzamasına neden olmaktadır (Roche, 2006; Michael ve ark., 2019). Buna ek olarak, NEFA (Karaciğere gelen esterleşmemiş yağ asitleri) konsantrasyonlarının artmasıyla süt veriminde de azalmalar gözlemlenmiştir. Doğum sonrası ketozis, NEFA veya VKS kaybı ile fertilité arasındaki negatif ilişki olduğu bildirilmiştir (Lucy, 2003; Carvalho ve ark., 2014). Geçiş döneminde kanlarında yüksek miktarda NEFA ve beta hidroksi bütirik asit (BHBA) tespit edilen ve VKS`de aşırı düşüş izlenen ineklerde doğum sonrası ilk ovulasyonun gecikmesi ve infertilite gibi durumlarla karşılaşmıştır (Barletta ark., 2017; Nazhat ve ark., 2021).

Vücut enerji rezervleri yetersiz olan ineklerde; hastalıklar, metabolik bozukluklar, üreme yetersizlikleri ve süt veriminin azalması, düvelerde pubertasa girme yaşının uzaması gibi problemlerle çok karşılaşılır (Roche, 2006). Aşırı yağ rezervine sahip olan ineklerde ise, süt veriminde azalma, güç doğum ve yağlı karaciğer sendromu gibi birçok sağlık ve üreme problemleri ile karşılaşma oranı oldukça yüksektir. Aşırı VKS`ye sahip süt ineklerinde oosit gelişimi, embriyo kalitesi, gebe kalma oranı, meme bezi gelişimi ve süt verimi olumsuz yönde etkilenebilmektedir. Vücut kondisyon skorunun, yüksek süt veren ineklerde laktasyon, sağlık ve fertilité üzerindeki etkileri vurgulanmış ve VKS kaybı sonucu buzağılama oranlarında yaklaşık %10'a varan düşüşler meydana geldiği bildirilmiştir (Montiel ve Ahuja, 2005; Ayaşan ve ark., 2012a; Ayaşan ve ark., 2012b).

## **2.2. Negatif enerji dengesi ve fertilité arasındaki ilişki**

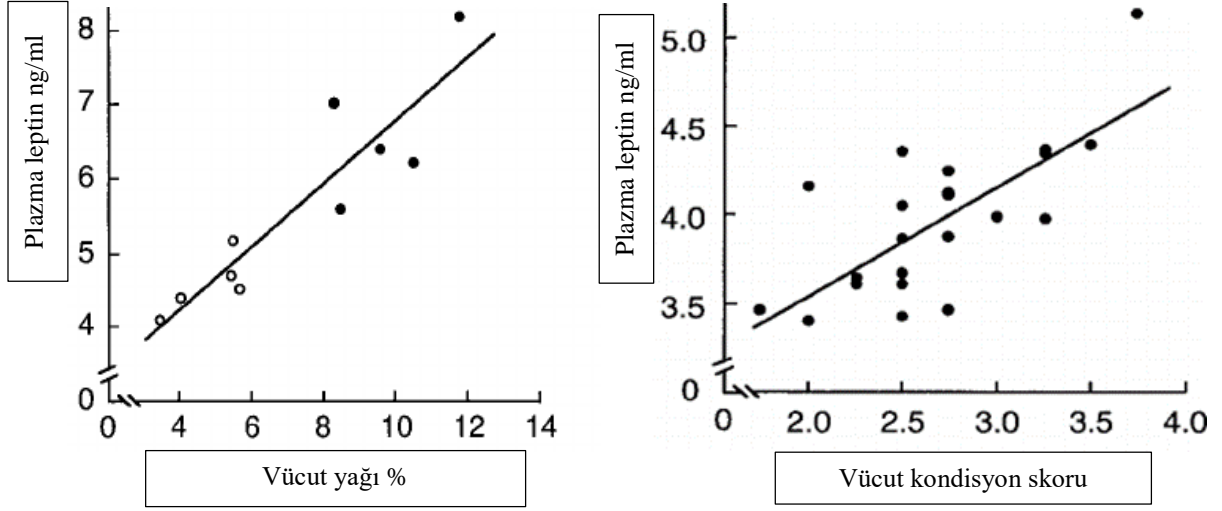
Enerji dengesi; alınan enerji ile yaşama, gebelik ve laktasyon dönemindeki harcanan enerji arasındaki farktır. Süt ineklerinde negatif enerji dengesi (NED) ise besinle alınan enerjinin, hayvanın fizyolojik dönem ihtiyaçlarını karşılayamaması sonucu biyokimyasal olarak  $\beta$ -hidroksi butirat (BHB), esterleşmemiş yağ asitleri (NEFA) gibi kan biyokimyasal parametrelerinde yükselmeler ve glikoz konsantrasyonlarında azalma olarak ifade edilmektedir (Suthar ve ark., 2013). NEFA, NED için belirleyici bir indikatördür. Yüksek üretim potansiyeli, doğum öncesi olayların ekstra stres yükü ve buna bağlı endokrin ve metabolik değişiklikler nedeniyle doğum sonrası ineklerde negatif enerji dengesi meydana gelebilmektedir. Doğumdan 2-14 gün önce NEFA konsantrasyonunun  $\geq 0.4$  mmol/L olması NED'in şekillendiğini göstermektedir (Duffield, 2006; Sammad ve ark., 2022). Sığırların üreme performansı ile özellikle gebe kalma olasılığının, postpartum erken dönemde negatif enerji dengesinin büyüklüğü ve ciddiyetinin negatif ilişkili olduğu düşünülmektedir (Nebel ve McGilliard, 1993). Negatif enerji dengesi süt ineklerinde, metabolik hastalıkların (yağlı karaciğer sendromu, ketozis) insidansında artışa, immun sistemin baskılanmasına, süt verimi ve üreme performansında düşüşe neden olmaktadır (Zhang ve ark., 2020). Süt sığırlarında bireysel ve sürü bazında negatif enerji

dengesi ile ilişkili risk faktörlerinin araştırıldığı bir çalışmada; negatif enerji dengesi, bir dizi risk faktörü ile ilişkilendirilmiş olup, bireysel risk faktörlerinin; hayvanın yaşı, süt verimi, VKS olduğu sonucuna varılmıştır. Sürü düzeyinde ise, sürü büyüklüğü, mevsim, sürü süt verimi, kurudaki inek yönetimi ve besleme yönetimi gibi faktörler, klinik veya subklinik ketozis ile ilişkilendirilmiştir (Macrae ve ark., 2019). Yüksek verimli süt ineklerinin çoğunun, laktasyonun erken dönemlerinde NED yaşadığı, NED ile birlikte bağışıklığın düştüğü ve reproduktif aktivitenin baskılandığı bildirilmiştir (Butler, 1997; Xu ve ark., 2020). Negatif enerji dengesinin olduğu sığırlarda; doğum sonrası uterus involüsyonu gecikmekte, tekrar gebe kalma süresi uzamakta, gebelik başına düşen tohumlama sayısı artmakta, oosit kalitesi azalmakta ve bunlara bağlı olarak infertilite şekillenebilmektedir (Spicer ve ark., 1990; Yoshida ve ark., 2007).

Besleme sistemik metabolizmayı oluşturan temel taşlardan biridir. Leptin, insülin benzeri büyüme faktörü-1 (IGF-1), ghrelin ve insülin gibi metabolik hormonlar, hipotalamusta gonodotropin salgılayıcı hormon (GnRH) nöronlarının aktivitesini düzenleyen sinyal faktörleri olarak işlev görmektedirler. İnsülin, vücuttaki enerji metabolizmasının düzenlenmesinde önemli rol oynayan anahtar bir metabolik hormondur. İnsülin benzeri büyüme faktörü-I, ovaryum fonksiyonlarının potansiyel hormonal araçlarından biridir. Sığır granüloza ve luteal hücre steroidogenezinin güçlü bir uyarıcısıdır (Spicer ve ark., 1990; Yoshida ve ark., 2007). Yüksek verimli süt ineklerinde, postpartum dönemde kan insülin konsantrasyonundaki azalma ve NED'in karaciğer dokusunda büyüme hormonu reseptör (GHR) ekspresyonunu azaltmakta, bu durum ise karaciğerde büyüme hormonu (GH) aktivasyonunun ve IGF-I sentezinin azalması ile sonuçlanmaktadır (Salas-Razo ve ark., 2011).

Leptin ve ghrelin gibi metabolik hormonların da fertilité ve enerji durumunu ilgilendiren sinyaller olabileceği öne sürülmüştür. Açlık hormonu olarak da bilinen, bağırsaklardan salınan ghrelin hormonu, üreme fonksiyonları, enerji dengesi ve besin alımının nöroendokrin düzenleyicilerinden biridir. Ghrelin reseptörleri hipotalamusta bulunmaktadır. Sığırlarda ghrelin, plazma konsantrasyonları açlık veya NED sırasında artmaktadır (Bradford ve Allen, 2008; Sirini ve ark., 2019). Leptin ve IGF1, GnRH sekresyonunu uyarırken, Ghrelin'in GnRH sekresyonunu baskıladığı bildirilmektedir (DiVall ve ark., 2010). Leptin hormonu, spesifik hipotalamik reseptörler yoluyla hipotalamo-hipofiz-gonadal eksenini etkileyebilmekte, hipotalamustaki kisspeptin (KISS1) nöronları üzerinde bulunan GPR54 reseptörü yoluyla etki etmektedir. Kisspeptinler GnRH nöronlarına bağlanmakta ve GnRH salınımını uyarmaktadır (Bhowmik ve ark., 2019; Michael ve ark., 2019). Leptin belirli bir eşik değere ulaştıktan sonra GnRH nöronlarının pubertal olgunlaşması için yeterli kisspeptin salınımını uyarmaktadır. Leptin, enerji metabolizması ve reproduksiyon arasında mediyatör görevindedir. Leptin, gonadotropin hormon sekresyonununun doğrudan veya dolaylı yolla etkileyebilmektedir. Yapılan bir çalışmada leptinin, ön hipofiz bezindeki gonadotrop hücrelerdeki GnRH reseptörlerini düzenlediği bildirilmiştir (Ode, 2018). Plazma leptin yoğunluğu, VKS ve vücut yağı ile yüksek enerjili yemle besleme arasında doğrudan bir ilişki olduğu bilinmektedir (Ehrhardt ve ark., 2000; Yadav ve ark., 2021). Prepubertal düveler büyüdükçe ve vücutlarındaki yağ oranı arttıkça kandaki leptin konsantrasyonları da

artmaktadır (Şekil 1). Prepubertal-pubertal geçiş sırasında denge leptin hakimiyetine geçmekte ve bu da GnRH sekresyonunun artmasına ve üreme endokrin sisteminin aktivasyonuna yol açmaktadır (Garcia ve ark., 2002; Perry, 2016). Yem kısıtlamasına gidilen işletmelerdeki düvelerde leptin konsantrasyonunun düşük seyretmekte ve pubertasa geç eriştikleri bildirilmektedir (Chelikani, 2009; Wylie, 2010). Ayrıca leptinin; insülin, IGF-I, tiroid hormonlarını ve glukoz düzeyini pozitif yönde, büyüme hormonu ve serbest yağ asitlerini negatif yönde etkilediği bildirilmiştir (Kaçar ve Arı, 2007).



Şekil 1. Vücut yağ, vücut kondisyon skoru ve leptin ilişkisi (Ehrhardt ve ark., 2000).

Doğum öncesi ve doğum sonrası besleme durumu, sonraki üreme performansını etkilemektedir. Bu nedenle, gebelik döneminde veya erken laktasyon döneminde yetersiz protein ve enerji alımı, buzağılama ve VKS'de düşüşe, ineklerde NED ve buzağılama sürelerinin uzamasına neden olmaktadır (Montiel ve Ahuja, 2005). Doğumdan 21 gün önceki ortalama kuru madde alımı, inek ve düveler için sırasıyla; vücut ağırlığının %1,88 ve %1,69'u kadar olmalıdır. Bu dönemde düvelerin kuru madde ihtiyacı ineklere göre daha azdır. Düvelerde bu oranın, gebeliğin son gününde vücut ağırlığının %1,3 ve %1,54'üne kadar düşürülmesi gerekmektedir. Kuru dönemde rasyondaki protein ve enerji yoğunluğunun artırılması, kuru madde alımını arttırmakta ve plazma NEFA konsantrasyonlarını azaltmaktadır (Grummer ve ark., 2004).

### 2.3. Yağların üreme ile ilişkisi

İneklerde enerji dengesinin sağlanması için rasyona yağ ilavesinin yapılması gerekmektedir. Rasyonlara yapılan yağ ilavesinin metabolik hastalık insidansını azaltma, hızla fermente olabilen karbonhidratların kullanımını arttırmadan diyetlerde enerji yoğunluğunun korunmasını sağlama ve üreme performansını iyileştirmeye yardımcı olmak gibi çeşitli etkileri bulunmaktadır. Yağ asitleri, östrojen, progesteron ve prostaglandinler (PGF2 $\alpha$ ) gibi üreme hormonlarının ön maddelerini oluşturduğundan üreme ile yakından ilişkilidir (Mattos ve ark., 2000; Castro ve ark., 2019; Nirwan ve ark., 2019). Tohumlama sonrası düve ve ineklerde implantasyon ve maternal kabul sürecinde

progesteron hormonu oldukça büyük öneme sahiptir. Bu süreçte rasyona yağ ilavesiyle enerji ihtiyacı karşılanabildiği gibi kullanılan çoklu doymamış yağ asitlerinin cinsine göre (linolenik asit) progesteron sentezi desteklenmekte, PGF2 $\alpha$  sentezi baskılanmakta ve bu sayede embriyonik ölümlerin önüne geçilebilmektedir (Hayırlı ve ark., 2017). Rasyona yapılan destekleyici yağ takviyesiyle foliküler sıvıdaki yüksek kolesterol konsantrasyonlarının indüksiyon yoluyla ovulasyon öncesi folikülün boyutunu ve östradiol üretimini arttırmaktadır (Butler ve Beam, 1997). Yağ takviyesine bağlı gelişen hiperkolesterolemi de PGF2 $\alpha$  sentezini azaltmakta ve progesteron sekresyonunu arttırmaktadır. Böylece erken embriyonik dönemde gebelik desteklenmektedir (McNamara, 2003).

Vücut tarafından sentezlenemeyen ve yemlerle alınması gereken linoleik ve linolenik gibi esansiyel yağ asitlerinin, fertilité üzerinde oldukça büyük etkileri bulunmaktadır (Cheng ve ark., 2001; Castro ve ark., 2019). Omega-6 yağ asitlerinden olan, linoleik ve araşidonik asit oranı yüksek olan rasyonlar, PGF2 $\alpha$  sentezini arttırırken, linolenik asit (omega-3) oranı yüksek olan rasyonlarda progesteron sentezini arttırmaktadır. Bu yağ asitleri östrojen, progesteron ve prostaglandin gibi hormonların sentezine etki ederek, folliküler gelişim, ovulasyon, embriyo implantasyonu, gebeliğin maternal kabulü, gebeliğin oluşması, devamlılığı ve doğum üzerine oldukça büyük etkileri bulunmaktadır. Kan progesteron ve prostaglandin konsantrasyonları arasında ters bir ilişki bulunmaktadır. Sığırlarda gebelik dönemi boyunca progesteron konsantrasyonu artarken prostaglandin konsantrasyonu azalmaktadır. Bu sebepten dolayı rasyona ilave edilecek yağ kaynaklarının yağ asidi cinsi iyi bilinmelidir (Kocaoğlu ve Kara, 2010). Rasyonla alınan en yaygın omega-3 esansiyel yağ asidi olan linolenik asit vücutta çok aktif olmayıp, aktif olabilmesi için ekosapantanoik asit (EPA) ya da dekosaheksanoik asit (DHA)'ya dönüştürülmesi gerekmektedir (Robinson ve ark., 2002). Linolenik asit gibi omega-3 çoklu doymamış yağ asitlerinden olan EPA ve DHA içeren balık unu ile beslenen, laktasyon döneminde olan ve fertilité oranı düşük süt sığırlarının, gebe kalma oranlarında %31,9'dan %41,3'e yükselme olduğu bildirilmiştir (Burke ve ark., 1997).

Rasyona ilave edilen esansiyel yağ asitleri, hipotalamus-hipofiz- ovaryum ve uterus üzerinde oldukça büyük etkiye sahiptir. Genel olarak bu etkiler toparlanacak olursa; siklik aktivitelerin erken başlaması, kullanılan yağ asidi cinsine göre progesteron ve prostaglandin sentezi, foliküler gelişim, oosit, embriyo kalitesi ve canlılığı üzerinde olumlu etkileri olduğu söylenebilmektedir (Şenünver ve Nak, 2015).

### **3. Proteinlerin Üreme ile İlişkisi**

Proteinler uzun zamandır tüm hayvanlar için önemli bir besin bileşeni olarak kabul edilmektedir. Diğer besinlerden farklı olarak yapılarında karbon (C), hidrojen (H), oksijen (O)'e ek olarak azot (N) da bulundurulur. Bundan dolayı besleme fizyolojisi yönünden proteinler azotlu bileşikler olarak da adlandırılırlar. Rumende parçalanan proteinler rumen mikroorganizmaları tarafından sırasıyla; amonyak, üre, peptit, polipeptit, amino asitlere dönüşür. Amino asitler ruminantların hayatta kalması, büyümesi ve gelişmesi için oldukça önemli yapı taşlarıdır (Uyarlar, 2019; Bergen, 2021; Gilbreath ve

ark., 2021). Bu rumen mikroorganizmaları amonyağı kullanarak çoğalmaktadır. Rumende yapısal olmayan nişasta ve şeker gibi karbonhidrat yapılarını fermente eden mikroorganizmalar, nitrojen kaynağı olarak oluşan mikrobiyal proteinlerden yararlanırlar. Yapısal olan selüloz, hemiselüloz gibi karbonhidratları fermente eden mikroorganizmalar, metabolizmaları için nitrojen kaynağı olarak sadece amonyağa ihtiyaç duymaktadırlar. Ortalama 100 gr'lık organik maddenin rumende fermantasyonu sonucu 20 gr mikrobiyal protein sentezlenmektedir (Öğüt ve Çetinkaya, 2020; Çavdar ve Kanber, 2022)

Sığırlarda özellikle erken üreme döneminde, üreme performansını iyileştirmek için rasyondaki ham protein (HP) düzeyi ve rumende parçalanabilir proteinin (RDP) yeterliliği oldukça önemlidir. Diyetteki ham protein (HP) hem süt veriminde hem de fertilitite için hayati bir role sahiptir. Protein eksikliği sığırlarda östrus siklusunda düzensizliğe neden olup, ayrıca IGF1, estradiol 17 $\beta$  ve progesteron gibi üreme hormonlarını da etkileyerek ovaryum fonksiyonları üzerinde olumsuzluklara neden olabilmektedir (Hayati ve ark., 2021; Shirmohammadi ve ark., 2021). Rumende mikrobiyal büyüme için amonyağa ihtiyaç duyulmasına ek olarak amonyağın etkili lif sindirimi için de gereklidir. Kan üre nitrojeni (BUN) veya süt üre nitrojeni (MUN) değerlerinde artışa neden olan en önemli faktör ruminal amonyak kaynağı olan RDP'dir. Bu fazla üre süt sığırlarında postpartum dönemde fertilititeyi olumsuz etkileyebilmektedir (Çavdar ve Kanber, 2022). Yemdeki yüksek düzeydeki HP düzeyi (buna paralel olarak RDP düzeyi de artmakta) BUN ve MUN miktarında artışa ve hiperammonemi şekillenmesine neden olmaktadır. Hiperammoneminin şekillenmesine bağlı olarak,

- Uterus pH'sı düşerek, embriyo üzerinde toksik etkiye neden olmaktadır
- Düşen uterus pH'sı osit ve spermatozoon canlılığını olumsuz etkilemektedir.
- Negatif enerji dengesinin şiddeti artmaktadır.
- Progesteron seviyesi azalmakta, bu durum ise luteal fazı geciktirmekte ve luteal dönemi kısaltmaktadır.
- PGF2 $\alpha$  sentezi artmaktadır.
- Gebelik başına tohumlama sayısı ve boş gün sayısı artmaktadır (Sonderman ve ark., 1989; Rhoads ve ark., 2006).

Fertilitenin olumsuz etkilenmemesi için, süt verimine göre, rasyon içerisinde bulunan HP'inin RDP/RUP oranınının 65/35 olması ve rasyondaki kaba yem miktarının azaltılıp tahıl tane yemlerinin arttırılması gerekmektedir (Savari ve ark., 2018; Hayırlı, 2019). Süt üre azot konsantrasyonu >19 mg/dl ve kan üre konsantrasyonu >20 mg/dl'yi aşan hayvanlarda doğum oranlarının %20-30 düştüğü bildirilmiştir (Göktepe ve Selçuk, 2015). Sığırlarda kan üre nitrojen düzeyinin 10 mg/dl'nin altındaki değerleri protein yetersizliğinin göstergesi olup, süt üre nitrojen düzeyinin 11 mg/dl'den küçük veya 19 mg/dl'den büyük olan ineklerde gebe kalma olasılığı düşmektedir. Yapılan bir çalışmada %17-21 HP içeren rasyonla beslenen ineklerde gebelik oranınının %37 olduğu, %13-16 HP içeren rasyonla beslenen ineklerde gebelik oranınının %56 olduğu belirtilmiştir (Melendez ve ark., 2003b). Farklı ham



protein HP düzeylerine sahip (G1:%20, G2:%18,4 ve G3:%17,5) rasyonlarla beslenen ineklerde yapılan bir çalışmada G1'e göre G2 ve G3'de gebe kalma oranlarında oldukça anlamlı bir artışın ( $P<0.01$ ) olduğu, ayrıca G1'e kıyasla G3'de tohumlamadan 12 gün sonra serum progesteron seviyesinde önemli bir artışın olduğu belirtilmiştir (Fadel ve ark., 2017). Yüksek BUN ve MUN miktarı ile gebe kalma oranı arasında ters bir orantı bulunmaktadır. Ortalama ideal MUN değerinin 11,5 ila 14,0 mg/dL arasında olması istenmektedir. Yetersiz protein alımı ise östrus belirtilerinin ortadan kalkmasına, gebelik oranının düşmesine neden olmaktadır (Melendez ve ark., 2003a). Rasyonda aşırı miktarda rumende parçalanabilen protein (RDP) bulunması, foliküler gelişimi olumsuz etkilemekte, luteal aktivitenin geç şekillenmesi ve plazma progesteron miktarının düşük olmasına neden olmaktadır. Tüm bu problemlerle karşılaşılmasını için rasyondaki proteinin dengeli olmasına dikkat edilmelidir (Şenünver ve Nak, 2015). Süt ineklerinin farklı fizyolojik dönemlerdeki ham protein gereksinimleri tablo 2'de verilmiştir.

**Tablo 2.** Sığırlarda laktasyonun farklı dönemlerinde ham protein gereksinimi (Williams, 2019).

Dönem	Gerekli protein (%)
Erken laktasyon	16-18
Orta laktasyon	14-16
Geç laktasyon	12-14
Kuru dönem	10-12

#### 4. Mineral ve Vitaminlerin Üreme ile İlişkisi

Süt ineklerinde sağlığı korumak ve üretkenliği en üst seviyeye çıkarmak açısından mineraller oldukça kritik bir öneme sahiptir (Formigoni ve ark., 2011). Sığırlarda gebelik, laktasyon ve büyüme-gelişme gibi durumlarda canlı ağırlığın artmasına bağlı olarak mineral madde gereksinimi de artmaktadır. Mineral madde eksiklikleri döl veriminde azalmalara neden olmakla birlikte bu eksikliğin kapatılmasıyla bu problemlerin önüne geçilebilir. Kalsiyum (Ca), fosfor (P), bakır (Cu), çinko (Zn), iyot (I), manganez (Mn), kobalt (Co) Selenyum (Se) ve demir (Fe) gibi mineral yetersizlikleri üremeye ilgili bozukluklara ve immun yanıtın oluşumunda problemlere yol açabilir (Maas, 1987). P yetersizliği olan sığırlarda, döl veriminde düşme, düzensiz östrus, doğum sonrası anöstrusun uzaması ve döl tutmama gibi problemlerin meydana geldiği bildirilmiştir (Bindari ve ark., 2013). Ca/P oranındaki değişikliklerin hipofiz üzerindeki baskılayıcı etkisi ovaryum aktivitelerini etkilemekte ve akabinde doğan yavru sayısında azalma, embriyonik ölümlerde artma, gebelik başına düşen tohumlama sayısında artma, ayrıca doğum anında bu elementlerdeki yetersizliklere bağlı güç doğum oranlarında artma meydana gelebilmektedir. Bu problemlerin önüne geçilmesi için laktasyondaki ineklerde Ca/P oranının ortalama 1,5/1 ile 2,5/1 olması istenmektedir (Yasohtai, 2014). Kalsiyum kas kasılmalarını sağlamakta olup, Ca eksikliği sonucu rumen kontraktilesinde azalma meydana gelebilmektedir. Rumen kontraktilesinin düşmesi ise kuru madde alımında azalma ve NED, ketozis ve yağlı karaciğer hastalığı gibi metabolik hastalıklar ve uterus involüsyonunda gecikmeler gibi

sorunlarla sonuçlanmaktadır. Bunun yanı sıra Ca eksikliği sonucu insülin salınımının da baskılandığı bildirilmektedir (Boland, 2001). Prepartum dönemde yoğun Ca alımının; Ca emilimini baskıladığı, rasyondaki Ca oranının azaltılmasıyla Ca rezervlerinin aktif olduğu bildirilmekte, laktasyonun başlaması ve süt veriminin artmasıyla artan Ca ihtiyacına karşılık doğum sonrası rasyondaki Ca oranı artırılması gerekmektedir (Ergün ve ark., 2001). Cu, kofaktör olarak çeşitli enzimlerin ve seruloplazmin reaktif proteinlerin aktivitesinde rol oynamaktadır. Cu seviyelerinin fizyolojik ihtiyaçların altına düşmesiyle; fertilizasyon oranında düşme, erken embriyonik ölüm, retensiyo sekundinarum gibi fertilité bozuklukları ile karşılaşmaktadır. Buna karşın bakır oranı fazla rasyonlarla beslenilmesi de döl veriminde azalmalara sebep olmaktadır. Yüksek konsantre yemlerle beslenen düvelerde, rasyondaki Cu miktarı, 3-10 mg/kg iken, düveler otlatılıyorsa bu miktarın 7-14 mg/kg'a çıkarılması gerekmektedir (Kırchhoff, 2012). Rasyonlardaki Zn: Cu 4:1, Cu: Mo 6:1 ve Fe: Cu 40:1 mineral kombinasyon oranları, kandaki normal bakır seviyesinin korunmasında yardımcı olmaktadır (Ahuja ve Parmar, 2017). Manganez (Mn) ise kolesterol sentezinde görev alarak steroid hormonların üretim ve salınımında büyük rol oynar. Mn eksikliğinde östrus siklusunda düzensizlik, suböstrus, ovaryan kistlerde artış ve döl veriminde düşüşler meydana gelmektedir. Düvelerde üreme başarısı için, rasyondaki Mn miktarının, ortalama 40 mg/kg olması gerekmektedir (Bentley ve Philips, 1951; Yeşil ve Sariözkan, 2017). Eser elementler arasında yer alan Se, hayvanlar ve insan sağlığında önemli bir rol oynamaktadır. Laktasyonun başlamasıyla artan süt verimiyle, antioksidan sistemin oksidatif stresi azaltma yeteneği yetersiz kalabilmekte ve bu durum özellikle selenyum eksikliğinde daha da belirgin hale gelebilmektedir. Selenyum, hücresel metabolizmadan hidroperoksitlerin birikmesine karşı savunmada rol oynayan bir eser elementtir. Bu biyolojik işlev, selenyumun yapısal bir bileşen olduğu glutatyon peroksidaz ailesi, tioredoksin redüktazlar ve iyodotironin deiyodinazlar gibi selenoproteinler aracılığıyla gerçekleştirilmektedir. Sığırlarda yetersizliği, beyaz kas hastalığı, karaciğer dejenerasyonu, metritis ve retensiyo sekundinarum gibi postpartum problemlere, gebelik oranlarında azalma ve erken embriyonik ölüm gibi çeşitli bozukluklara neden olabilmektedir. Sığırlarda yemlerle veya mineral takviyesi olarak Se'nin alınmasıyla, ovaryum kistleri ve postpartum uterus enfeksiyonlarının oranı azalmaktadır. Se aynı zamanda klinik ve subklinik mastitisi önleyerek meme sağlığında önemli bir rol oynamaktadır (Mehdi ve Dufrasne, 2016; Ullah ve ark., 2020, Ahn ve ark., 2021). Ortak biyolojik aktiviteleri paylaşan E vitamini ve Se, antioksidan özellikler göstermekte ve bu besinlerin eksiklikleri de nötrofil aktivitesinde azalmaya yol açabilmektedir. Bu nedenle, birinin veya her ikisinin eksiklikleri, nötrofil uterus ve meme bezlerindeki toksik oksijen moleküllerinin yıkıcı etkisinden korumak için yeterli olmayan vücudun antioksidan aktivitesini etkileyebilmektedir. Yeterli E vitamini ve Se kaynağı, mikroorganizmaların neden olduğu uterus ve meme içi enfeksiyon sırasında süte hızlı nötrofil akışı ile ilişkili optimum antioksidan aktivite seviyesini korumaktadır (Khatti ve ark., 2017; Khalili ve ark., 2019; Xiao ve ark., 2021). Laktasyon ve kuru dönemde ineklerin mineral madde gereksinimleri ve minerallerin işlev ve fonksiyonları aşağıdaki tablolarda verilmiştir (Tablo 3, Tablo 4).

**Tablo 3.** Laktasyon ve kuru dönemde ineklerin mineral madde gereksinimleri (NRC, 2001)

Mineral	Birim	Kuru Dönem	Laktasyon Dönemi
Ca	%	0,70-0,80	0,53-0,57
P	%	0,36-0,40	0,33-0,37
Mg	%	0,22-0,27	0,18-0,21
K	%	1,10-1,19	1,02-1,07
Na	%	0,26-0,31	0,19-0,20
Co	ppm	0,11	0,11
Cu	ppm	12-15	9-11
I	ppm	0,56-0,67	0,34-0,44
Fe	ppm	17-21	14-18
Mn	ppm	15-19	12-13
Se	ppm	0,3	0,3
Zn	ppm	56-67	45-54

**Tablo 4.** Mineral kaynakları işlevleri ve eksikliğinde görülen problemler (Ahuja ve Parmar, 2017).

Mineral	Fonksiyon	Eksiklik Belirtisi ve Üremeye Etkisi	Kaynak
Ca	Kemik, diş ve sütün oluşumu, kanın pıhtılaşması, kas kontraksiyonu	Raşitizm, yavaş büyüme ve gelişme, düşük süt verimi, hipokalsemi, güç doğum, retensiyon, sekondinarum, prolapsus uteri	Yonca ve diğer baklagiller, öğütülmüş kireç taşı, dikalsiyum fosfat, kemik unu
P	Kemik ve diş oluşumu, enerji metabolizmasında yer alır, DNA ve RNA'nın bir parçasıdır, sütün yapısına katılır.	Zayıf kemik yapısı, büyümede gerileme, hipofosfatemi, iştahsızlık, geciken pubertas ve gebelik başına düşen tohum sayısında artış	Fosfatlar, kemik unu, tahıl taneleri, tahıl yan ürünleri, yağlı tohum küspesi
Mg	İskelet dokusunda ve kemikte bulunan enzim aktivatörü	Çayır tetanisi, üreme etkinliğinde azalma	Magnezyum oksit, mineral takviyeleri
K	Elektrolit dengesinin korunması, enzim aktivatörü	Yem alımında azalma, tüy parlaklığında kayıp, hipokalemi, kas zayıflığı ve dişi genital sistem kaslarında zayıflık, düzensiz östrus, östrus yetersizliği ve uzayan buzağılama aralığı, ölü	Baklagil yemleri, potasyum klorür

<b>Fe</b>	Hemoglobinin bir parçası, birçok enzim sisteminin bir parçası	doğum, abort Besleme anemisi, soluk mukoza zarı	Yemler, tahıllar, eser miktarda mineralize tuz, etilendiamin dihidroyodür
<b>Cu</b>	Hemoglobin, koenzim üretimi için gereklidir	Şiddetli ishal, anormal iştah, zayıf büyüme, kaba, ağarmış tüyler, repeat breeder, retensiyo sekundinarum, düşük semen kalitesi	İz mineralize tuz ve ticari takviyeler
<b>Mn</b>	Büyüme, kemik oluşumu, enzim aktivatörü	Gecikmiş östrus, suböstrus, abort, düşük doğum ağırlıklı buzağular, ekstremitte anomalileri.	İz mineralize tuz ve ticari takviyeler
<b>Zn</b>	Enzim aktivatörü, yara iyileşmesi	Azalan kilo alımı, azalan yemden yararlanma, cilt/yara sorunları, düşük gebelik oranları, yavaş buzağı büyüme hızı ve gecikmiş pubertas, azalmış sperm üretimi ve geç sperm olgunlaşması	Yemler, eser miktarda mineralize tuz, çinko metiyonin
<b>Se</b>	Belirli enzimlerle etkileşim	Beyaz kas hastalığı, retensiyo sekundinarum, subklinik mastitis, abort, prematüre veya zayıf buzağular	Yağlı yemekler, yonca, buğday, yulaf, mısır, ticari takviyeler
<b>Mo</b>	Ksantin oksidaz enziminin bir parçası	Kilo kaybı, gecikmiş pubertas, düşük gebelik oranı ve anöstrus	Yemlerde yaygın olarak bulunur, eksiklik nadiren sorun olur

E vitamini güçlü antioksidanlar arasında yer alan bir vitamindir. Antioksidan yetersizliğine bağlı gelişen oksidatif stres sonucu steroid sentezinde görevli enzimlerin inaktivasyonu sonucu üreme problemleri ortaya çıkabilir. Oksidatif stres altında, steroid hormonların sentezi azalabilir. Meme ödemi, hipokalsemi, foliküler gelişimde gerileme, yavru atma, plasentanın atılamaması, mastitis, döl verimi düşüklüğü ve infertilite gibi sorunlara yol açabilmektedir. Plazmadaki 0,5 µg/ml'den az E vitamini düzeyleri, E vitamini yetersizliği olarak değerlendirilmektedir (McDowell ve ark., 1996; Altınar ve ark., 2017). Kuru dönemde günlük uygulanan 1000 IU E vitamininin retensiyo sekundinarum, meme enfeksiyonları ve klinik mastitis görülme oranını azalttığı bildirilmiştir (Harrison ve ark., 1984). B12 vitamin sentezinde kobalt önemli rol oynar. B12 vitamini karbonhidrat metabolizmasında büyük öneme sahip bir vitamin olup; eksikliğinde kondisyon kaybı, düzensiz östrus siklusu, suböstrus, fertilitate de düşüşler meydana gelmektedir (Şennüver ve Nak, 2015). A vitamini yağda eriyen vitaminlerden biri olup, hücrel büyüme ve farklılaşmayı ve doku fonksiyonlarını düzenlemektedir. Eksikliğinin düvelerde pubertasa ulaşmayı geciktirdiği, abort, ölü veya zayıf buzağuların doğumuna neden olduğu, östrus siklusunda düzensizlikler meydana geldiği, ovulasyon gecikmesi, retensiyo sekundinarum, metritis, döl tutmama, sakın östrus gibi infertilite problemlerinin ortaya çıkma riskini arttırdığı bildirilmektedir. (Ceylan ve ark., 2007; Bindari ve ark., 2013). Süt

ineklerinde günlük 30.000-100.000 IU vitamin A takviyesi yeterli gelmektedir. Diğer bir antioksidan olan A vitamini ayrıca endometriyum tabakasının korunmasında, membran bütünlüğünün korunmasında, steroid hormon sentezinde etkili rol oynamaktadır. D vitamini ise kolesterolün kullanılarak progesterona dönüştürülmesinde, GnRH ve LH salgılanmasında önemli etkileri vardır. Süt ineklerinin günlük D vitamini ihtiyacının 5000-6000 IU olduğu bildirilmektedir. (Schweigert ve Zucker, 1998; Tuncer, 2008).

## **5. Sonuç**

Sonuç olarak; işletmelerde en büyük ekonomik kayıba neden olan infertilite, son zamanlarda oldukça büyük bir problem haline gelmiştir. Bu problemin genel olarak temelinde, besleme yönetimindeki sorunlar bulunmaktadır. Burada dikkat edilmesi gereken konu besleme dengesidir. Alt ve üst düzeyde yapılacak besleme programları fertilitate açısından bir dezavantaj oluşturmaktadır. İstenilen üreme performansına ulaşmak için hayvanlara gebelik, buzağılık, düvelik ve laktasyon dönemi gibi fizyolojik dönemlerine uygun; enerji, protein ve yağ dengesine sahip bir besleme programının oluşturulması gerekmektedir. Böylelikle pubertesa ulaşmış her hayvandan yılda bir buzağı elde etmek hedefine ulaşılabilir ve hayvanlarda infertilite ile karşılaşılma oranı en aza indirgenmiş olur.

## **Çıkar Çatışması Beyanı**

Makale yazarı herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

## **Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti**

Yazar makaleye %100 oranında katkı sağlamış olduğunu beyan eder.

## **Kaynakça**

- Ahuja A., Parmar D. Role of minerals in reproductive health of dairy cattle: a review. *International Journal of Livestock Research* 2017; 7(10): 16-26.
- Ahn JH., Han GW., Nam IS. Effects of selenium injection on the reproductive performance of holstein dairy cows. *Journal of Animal Health and Production* 2021; 9(3): 335-341.
- Altuner A., Atalay H., Bilal T. Bir antioksidan olarak E vitamini. *Balıkesir Sağlık Bilimleri Dergisi* 2017; 6(3): 149-157.
- Ateş EK., Arık HD. Nutrition and importance of breeding heifers (14 months and over) in dairy cow farms. *EDUVET International Veterinary Sciences Congress Proceedings Book 2021*; 247-250.
- Ayaşan T., Asarkaya A., Hızlı H., Gök K., Tekgül A., Karakozak E., Kılıçalp N. The effect of body condition score on embryo quality of Holstein cows. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 2012a; 18(1): 91-94.

- Ayaşan T., Yazgan E., Asarkaya A. Vücut kondisyon skorunun süt kompozisyonuna olan etkisi. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 2012b; 9(2): 89-93.
- Bach A. Effects of nutrition and genetics on fertility in dairy cows. *Reproduction, Fertility and Development* 2019; 31: 40-54.
- Barletta RV., Filho MM., Carvalho PD., DeValle TA., Netto AS. Association of changes among body condition score during the transition period with NEFA and BHBA concentrations, milk production, fertility, and health of Holstein cows. *Theriogenology* 2017; 104: 30-36.
- Bergen WG. Amino acids in beef cattle nutrition and production. *Amino Acids in Nutrition and Health: Amino Acids in the Nutrition of Companion, Zoo and Farm Animals* 2021; 29-42.
- Bhatta BR., Kaphle K. Nutrition and reproductive underperformance of cattle in Nepal: A short review. *International Journal of Veterinary Sciences and Animal Husbandry* 2020; 5: 83-86.
- Bhatti JA., Younas M., Abdullah M., Babar ME., Nawaz H. Feed intake, weight gain and haematology in Nili-Ravi buffalo heifers fed on mott grass and Berseem fodder substituted with saltbush (*Atriplex amnicola*). *Pakistan Veterinary Journal* 2009; 29(3): 133-137.
- Bhowmik N., Ringwall KA., Dahlen CR., Swanson KC., Clapper JA., Ward AK., Hulsman HLL. The role of leptin in reproductive characteristics of commercial beef cows and heifers. *Translational Animal Science* 2019; 3(1): 1764-1768.
- Bindari YR., Shrestha S., Shrestha N., Gaire TN. Effects of nutrition on reproduction- A review. *Advances in Applied Science Research* 2013; 4(1): 421-429.
- Bisinotto RS., Greco LF., Ribeiro ES., Martinez N., Lima FS., Staples CR., Santos JEP. Influences of nutrition and metabolism on fertility of dairy cows. *Animal Reproduction (AR)* 2018; 9(3): 260-272.
- Boland MP., Lonergan P., Callaghan O. Effect of nutrition on endocrine parameters, ovarian physiology, and oocyte and embryo development. *Theriogenology* 2001; 55: 1323-1340.
- Bradford BJ., Allen MS. Negative energy balance increases periprandial ghrelin and growth hormone concentrations in lactating dairy cows. *Domestic Animal Endocrinology* 2008; 34: 196-203.
- Burke JM., Stables CR., Risco CA., De-laSota RL., Thatcher WW. Effects of ruminant grade menhaden fish meal on reproductive and productive performance of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 1997; 80: 3386-3398.
- Butler WR., Beam SW. Energy balance and ovarian follicle development prior to the first ovulation postpartum in dairy cows receiving three levels of dietary fat. *Biology of Reproduction* 1997; 56: 133-142.
- Castro T., Martinez D., Isabel B., Cabezas A., Jimeno V. Vegetable oils rich in polyunsaturated fatty acids supplementation of dairy cows' diets: Effects on productive and reproductive performance. *Animals* 2019; 9(5): 205.

- Cardoso FC., Kalscheur KF., Drackley JK. Symposium review: nutrition strategies for improved health, production, and fertility during the transition period. *Journal of Dairy Science* 2020; 103(6): 5684-5693.
- Cardoso RC., West SM., Maia TS., Alves BR., Williams GL. Nutritional control of puberty in the bovine female: prenatal and early postnatal regulation of the neuroendocrine system. *Domestic Animal Endocrinology* 2020; 73: 106434.
- Carson RL., Caudle AB., Riddle HE. The relationship between narrow calcium-phosphorus ratio and reproductive problems in a dairy herd: A case report. *Theriogenology* 1978; 9(6): 505-507.
- Carvalho PD., Souza AH., Amundson MC., Hackbart KS., Fuenzalida MJ. Relationships between fertility and postpartum changes in body condition and body weight in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 2014; 97: 3666-3683.
- Ceylan A., Serin İ., Akşit H., Seyrek K., Gökbulut C. Döl tutmayan ve anöstruslu süt ineklerinde vitamin A, E, BetaKaroten, Kolesterol ve Trigliserid düzeylerinin araştırılması. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 2007; 13(2): 143-147.
- Chelikani PK., Ambrose DJ., Keisler DH., Kennelly JJ. Effects of dietary energy and protein density on plasma concentrations of leptin and metabolic hormones in dairy heifers. *Journal of Dairy Science* 2009; 92: 1430-1441.
- Cheng Z., Robinson RS., Pushpakumara PGA., Mansbridge RJ. Effect of dietary polyunsaturated fatty acids on uterine prostaglandin synthesis in the cow. *Journal of Endocrinology* 2001; 171, 463-473.
- Compton CWR., Heuer C., Thomsen PT., Carpenter TE., Phyn CVC., McDougall S. Invited review: a systematic literature review and meta-analysis of mortality and culling in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 2017; 100(1): 1-16.
- Cushman RA., Allan MF., Kuehn LA., Snelling WM., Cupp AS. Evaluation of antral follicle count and ovarian morphology in crossbred beef cows: Investigation of influence of stage of the estrous cycle, age, and birth weight. *Journal of Animal Science* 2009; 87: 1971-1980.
- Çavdar OS., Kanber K. Investigation of relationship among dietary fatty acids and milk urea nitrogen and fertility problems in dairy cattle farms. *Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 2022; 11(2): 201-208.
- Çolakoğlu HE., Küplülü Ş. Effect of body condition score changes on postpartum period and fertility parameters in cows and heifers. *Kocatepe Veteriner Dergisi* 2016; 9: 146-158.
- Dahl-Pedersen K., Herskin MS., Houe, H., Thomsen PT. A descriptive study of the clinical condition of cull dairy cows before transport to slaughter. *Livestock Science* 2018; 218, 108-113.
- De Vries A., Marcondes MI. Overview of factors affecting productive lifespan of dairy cows. *Animal* 2020; 14(1): 155-164.

- DiVall SA., Williams TR., Carver SE., Koch L., Bruning JC., Kahn CR., Wondisford F., Radovick S., Wolfe A. Divergent roles of growth factors in the GnRH regulation of puberty in mice. *The Journal of Clinical Investigation* 2010; 120: 2900-2909.
- Do C., Wasana N., Cho K., Choi Y., Choi T. The effect of age at first calving and calving interval on productive life and lifetime profit in Korean holsteins. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 2013; 26: 1511–1517.
- Domecq JJ., Skidmore AL., Lloyd JW., Kaneene JB. Relationship between body condition scores and conception at first artificial insemination in a large dairy herd of high yielding holstein cows. *Journal of Dairy Science* 1997; 80: 113–120.
- Duffield T. Minimizing subclinical metabolic diseases. *WCDS Advances in Dairy Technology* 2006; 18, 43-55.
- Ehrhardt RA., Slepatis RM., Siegal-Willott J., Van Amburgh ME., Bell AW., Boisclair YR. Development of a specific radioimmunoassay to measure physiological changes of circulating leptin in cattle and sheep. *Journal of Endocrinology* 2000; 166(3): 519-528.
- Ergün A, Çolpan İ, Yıldız G, Küçükersan. Hayvan besleme ve beslenme hastalıkları. 4. Baskı Ankara: Pozitif Matbaacılık; 2008.
- Ergün A., Tuncer ŞD., Çolpan İ., Yalçın S., Yıldız G., Küçükersan MK., Küçükersan S., Şehu A. Hayvan besleme ve beslenme hastalıkları. Ankara: Medipress; 2001.
- Fadel MS., El-Garhı MS., Ghattas TA., Mansour AM. Effect of feeding different crude protein diets on reproductive performance of Holstein dairy cow. *Assiut Veterinary Medical Journal* 2017; 63(155): 128-135.
- Formigoni A., Fustini M., Archetti L., Emanuele S., Sniffen C., Biagi G. Effects of an organic source of copper, manganese and zinc on dairy cattle productive performance, health status and fertility. *Animal Feed Science and Technology* 2011; 164(3-4): 191-198.
- Garcia MR., Amstalden M., Williams SW., Stanko RL., Morrison CD., Keisler DH., Nizielski SH., Williams GL. Serum leptin and its adipose gene expression during pubertal development, the estrous cycle, and different seasons in cattle. *Journal of Animal Science* 2002; 80: 2158–2167.
- Gilbreath KR., Bazer FW., Satterfield MC., Wu G. Amino acid nutrition and reproductive performance in ruminants. *Amino Acids in Nutrition and Health: Amino Acids in the Nutrition of Companion, Zoo and Farm Animals* 2021; 43-61.
- Grummer RR., Mashek DG., Hayirli A. Dry matter intake and energy balance in the transition period. *Veterinary Clinics Food Animal Practice* 2004; 20: 447–470.
- Grzesiak W., Adamczyk K., Zaborski D., Wójcik J. Estimation of dairy cow survival in the first three lactations for different culling reasons using the Kaplan–Meier method. *Animals* 2022; 12(15): 1942.
- Harrison JH., Hancock DD., Conrad HR. Vitamin E and selenium for reproduction of the dairy cow. *Journal of Dairy Science* 1984; 67: 123-132.



- Hayati RN., Panjono P., Irawan A. Estrous signs and progesterone profile of ongole grade cows synchronized at different ages fed different level of dietary crude protein. *Tropical Animal Science Journal* 2021; 44(1): 16-23.
- Hayırlı A., Cengiz M., Kartal C., Kaynar Ö. Sütçü ineklerde yağ/yağ asitlerinin fertiliteye etkisi. *Türkiye Klinikleri* 2017; 3(3): 197-210.
- Hayırlı A. Protein Besleme ve Üreme. *Türk Veteriner Jinekoloji Derneği VIII. Ulusal & II. Uluslararası Kongresi Kongre Kitabı*, Antalya: 2019.
- Heryani LGSS., Laksmi DNDI., Lestari DLP., Laksana IGNBT SL., Gunawan IWNF. Relationship between the appearance of first estrus (puberty) with leptin and body conditions score (bcs) levels in bali cattle. *Advances in Animal and Veterinary Sciences* 2019; 7(10): 904-909.
- Jones C., Heinrichs J. Manual for body condition scoring excel spreadsheet series. DAS 03-60. The Pennsylvania State University, University Park, 2003
- Kaçar C., Arı UÇ. Leptinin inek ve koyunlarda enerji metabolizması ve üreme fizyolojisi üzerine etkileri. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 2007; 13(2): 209-213.
- Khalili M., Chamani M., Amanlou H., Nikkhah A., Sadeghi AA., Dehkordi FK., Shirani, V. The effect of feeding inorganic and organic selenium sources on the hematological blood parameters, reproduction and health of dairy cows in the transition period. *Acta Scientiarum. Animal Sciences* 2019; 42(1), e45371.
- Khatti A., Mehrotra S., Patel PK., Singh G., Maurya VP., Mahla AS., Krishnaswamy N. Supplementation of vitamin E, selenium and increased energy allowance mitigates the transition stress and improves postpartum reproductive performance in the crossbred cow. *Theriogenology* 2017; 104: 142-148.
- Kirchhoff AA. The effect of a supplemental trace mineral injection on developing beef bull and heifer reproduction. Kansas State University, Department of Animal Sciences and Industry College of Agriculture, Yüksek Lisans Tezi, Kansas, 2012.
- Klein JL., Adams SM., De Moura AF., Alves Filho DC., Maidana FM., Brondani IL, Da Silva MB. Productive performance of beef cows subjected to different nutritional levels in the third trimester of gestation. *Animal* 2021; 15(2): 100089.
- Kocaoğlu GB., Kara K. Ruminant beslemede alternatif yem katkı maddelerinin kullanımı: 2. organik asit, yağ asiti, adsorban. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 2010; 7(1): 43-52.
- Langova L, Novotna I., Nemcova P., Machacek M., Havlicek Z., Zemanova M., Chrast V. Impact of nutrients on the hoof health in cattle. *Animals* 2020; 10(10): 1824.
- Lorenz I., Mee JF., Earley B., More SJ. Calf health from birth to weaning. I. General aspects of disease prevention. *Irish Veterinary Journal* 2011; 64: 1-8.
- Lucy MC. Mechanisms linking nutrition and reproduction in postpartum cows. *Reproduction Supplement* 2003; 61: 415-427.

- Maas J. Relationship between nutrition and reproduction in beef cattle. *Food Animal Practice* 1987; 3(3): 633-646.
- Macrae AI., Burrough E., Forrest J., Corbishley A., Russell G. Risk factors associated with excessive negative energy balance in commercial United Kingdom dairy herds. *The Veterinary Journal* 2019; 250: 15-23.
- Mattos R., Staples CR., Thatcher WW. Effects of dietary fatty acids on reproduction in ruminants. *Reviews of Reproduction* 2000; 5: 38-45.
- Mehdi Y., Dufresne, I. Selenium in cattle: a review. *Molecules* 2016; 21(4): 545.
- Melendez P., Donovan A., Hernandez J., Bartolome J., Risco CA., Staples C., Thatcher WW. Milk, plasma, and blood urea nitrogen concentrations, dietary protein, and fertility in dairy cattle. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 2003a; 223: 628–634.
- Melendez P., Bartolome J., Archbald LF., Donovan A. The association between lameness, ovarian cysts and fertility in lactating dairy cows. *Theriogenology* 2003b; 59: 927-937.
- McDowell LR., Williams SN., Hidioglou N. Vitamin E supplementation for the ruminant. *Animal Feed Science Technology* 1996; 60: 273-296.
- McNamara S., Butler T., Ryan DP., Mee JF., Dillon P., O'Mara FP., Butler ST., Anglesey D., Rath M., Murphy JJ. Effect of offering rumen-protected fat supplements on fertility and performance in spring-calving Holstein-Friesian cows. *Animal Reproduction Science* 2003; 79: 45–56.
- Michael JD., Baruselli PS., Campanile G. Influence of nutrition, body condition, and metabolic status on reproduction in female beef cattle: a review. *Theriogenology* 2019; 125: 277-284.
- Montiel F., Ahuja C. Body condition and suckling as factors influencing the duration of postpartum anestrus in cattle: a review. *Animal Reproduction Science* 2005; 85: 1-26.
- National Research Council. Nutrient requirements of dairy cattle. 7. Baskı Washington; National Academies Press: 2001.
- Nazhat SA., Aziz A., Zabuli J., Rahmati S. Importance of body condition scoring in reproductive performance of dairy cows: a Review. *Open Journal of Veterinary Medicine* 2021; 11(7): 272-288.
- Nebel RL., McGilliard ML. Interactions of high milk yield and reproductive performance in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 1993; 76(10): 3257-3268.
- Nirwan SS., Mehta JS., Kumar A., Kumar P., Kumar A., Singh V. Effects of bypass fat on postpartum reproductive performance in dairy cattle. *Indian Journal of Dairy Science* 2019; 72(2): 194-200.
- Öğüt MY., Çetinkaya N. Süt sığırlarının beslenmesinde metabolize edilebilir protein sistemleri. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences* 2020; 5(2): 178-184.
- Perry GA. Factors affecting puberty in replacement beef heifers. *Theriogenology* 2016; 1-6.
- Rhoads ML., Rhoads RP., Gilbert RO., Toole R., Butler WR. Detrimental effects of high plasma urea nitrogen levels on viability of embryos from lactating dairy cows. *Animal Reproduction Science* 2006; 91: 1-10.

- Robinson RS., Pushpakumara PGA., Cheng Z., Peters AR., Abayasekara DRE., Wathes DC. Effects of dietary polyunsaturated fatty acids on ovarian and uterine function in lactating dairy cows. *Reproduction* 2002; 124: 119-131.
- Roche JF. The effect of nutritional management of the dairy cow on reproductive efficiency. *Animal Reproduction Science* 2006; 96: 282-296.
- Roche JR., Burke CR., Crookenden MA., Heiser A., Looor JL., Meier S., Turner SA. Fertility and the transition dairy cow. *Reproduction, Fertility and Development* 2018; 30(1): 85-100.
- Salas-Razo G., Herrera-Camacho J., Gutiérrez-Vázquez E., Ku-Vera JC., AkéLópez JR. Restart postpartum ovarian activity and plasma concentration of lipid and progesterone metabolites in cows supplemented with bypass fat. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 2011; 14: 385-392.
- Sammad A., Khan MZ., Abbas Z., Hu L., Ullah Q., Wang Y., Wang Y. Major Nutritional metabolic alterations influencing the reproductive system of postpartum dairy cows. *Metabolites* 2022; 12(1): 60.
- Savari M., Khorvash M., Amanlou H., Ghorbani GR., Ghasemi E., Mirzaei M. Effects of rumen-degradable protein: rumen-undegradable protein ratio and corn processing on production performance, nitrogen efficiency, and feeding behavior of Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science* 2018; 101(2): 1111-1122.
- Schillo KK., Hall JB., Hileman SM. Effects of nutrition and season on the onset of puberty in the beef heifer. *Journal of Animal Science* 1992; 70: 3994–4005.
- Schweigert FJ., Zucker H. Concentration of vitamin A, beta-carotene and vitamin E in individual bovine follicles of different quality. *Journal of Reproduction and Fertility* 1998; 82: 575-579.
- Serbester U., Çınar M., Hayırlı A. Sütçü ineklerde negatif enerji dengesi ve metabolik indikatörleri. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 2012; 18(4): 705-711.
- Serjensen K., Purup S. Influence of prepubertal feeding level on milk yield potential of dairy heifers: a review. *Journal of Animal Science* 1997; 75: 828–835.
- Shirmohammadi S., Taghizadeh A., Hosseinkhani A., Janmohammadi H., Pirmohammadi R., Valizadeh H. Effect of low protein diets supplemented with rumen protected methionine, lysine and choline on Holstein dairy cows productive and reproductive performance. *Journal of Animal Science Research* 2021.
- Singh AK., Bhakat C., Mandal DK., Mandal A., Rai S., Chatterjee A., Ghosh MK. Effect of reducing energy intake during the dry period on milk production, udder health, and body condition score of Jersey crossbred cows in the tropical lower Gangetic region. *Tropical Animal Health and Production* 2020; 52: 1759-1767.
- Sirini MA., Anchordoquy JP., Quintana S., Furnus C., Relling AE. Anchordoquy JM: Expression of ghrelin and its receptor mRNA in bovine oocyte and cumulus cells. *International Journal of Fertility and Sterility* 2019; 12(4): 335-338.

- Sonderman JP., Larson LL. Effect of dietary protein and exogenous gonadotropinreleasing hormone on circulating progesterone concentrations and performance of holstein cows. *Journal of Dairy Science* 1989; 72(8): 2179-2183.
- Spicer LJ., Tucker WB., Adams GD. Insulin-like growth factor-I in dairy cows: relationships among energy balance, body condition, ovarian activity, and estrous behavior. *Journal of Dairy Science* 1990; 73(4): 929-937.
- Spitzer JC., Morrison DG., Wettemann RP., Faulknel LC. Reproductive responses and calf birth and weaning weights as affected by body condition at parturition and postpartum weight gain in primiparous beef cow. *Journal of Animal Science* 1995; 73: 1251-1257.
- Suthar VS., Canelas-Raposo J., Deniz A., Heuwieser W. Prevalence of subclinical ketosis and relationships with postpartum diseases in European dairy cows. *Journal of Dairy Science* 2013; 96: 2925-2938.
- Semacan A., Kaymaz M., Fındık M., Rışvanlı A., Köker A. Çiftlik hayvanlarında doğum ve jinekoloji. 2. Baskı Malatya: Medipres Matbaacılık; 2015.
- Ullah H., Khan RU., Tufarelli V., Laudadio V. Selenium: An essential micronutrient for sustainable dairy cows production. *Sustainability* 2020; 12(24): 10693.
- Uyarlar C. Süt sığırlarında esansiyel amino asit beslemesinin rasyon maliyeti üzerine etkisi. *Göller Bölgesi Aylık Hakemli Ekonomi ve Kültür Dergisi* 2019; 7:76.
- Verma R., Vijayalakshmy K., Virmani M., Kumar S., Verma A. Seasonal influence of age at first calving on genetic variation and subsequent reproductive performances in Murrah buffaloes. *Biological Rhythm Research* 2019; 1744-4179.
- Williams C. How low can you go? The importance of protein in the dairy cow diet. *Farming Connect*, Aberystwyth University, 2019.
- Wylie ARG. Leptin in farm animals: where are we and where can we go? *Animal* 2010; 5(2): 246–267.
- Xiao J., Khan MZ., Ma Y., Alugongo GM., Ma J., Chen T., Cao Z. The antioxidant properties of selenium and vitamin E; their role in periparturient dairy cattle health regulation. *Antioxidants* 2021; 10(10): 1555.
- Xu W., Van Knegsel A., Saccenti E., Van Hoeij R., Kemp B., Vervoort J. Metabolomics of milk reflects a negative energy balance in cows. *Journal of Proteome Research* 2020; 19(8): 2942-2949.
- Yadav T., Magotra A., Bangar YC., Kumar R., Yadav AS., Garg AR., Kumar P. Effect of BsaA I genotyped intronic SNP of leptin gene on production and reproduction traits in Indian dairy cattle. *Animal Biotechnology* 2021; 1-7.
- Yasothai R. Importance of minerals on reproduction in dairy cattle. *International Journal of Science, Environment and Technology* 2014; 3(6): 2051-2057.

Yoshida K., Murao K., Imachi H., Cao WM., Yu X. Pancreatic glucokinase is activated by insulin-like growth factor-I. *Endocrinology* 2007; 148: 2904-2913.

Zhang F., Nan X., Wang H., Zhao Y., Guo Y., Xiong B. Effects of propylene glycol on negative energy balance of postpartum dairy cows. *Animals* 2020; 10(9): 1526.