

## Süt İneklerinde Yatma Süresinin Topallıklara Etkisi ve Yatma Süresini Etkileyen Faktörler

Mehmet Akköse<sup>1</sup>, Celal İzci<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü (TİGEM) Ceylanpınar Tarım İşletmesi, Şanlıurfa

<sup>2</sup> Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Cerrahi Anabilim Dalı, Konya

Geliş Tarihi / Received: 12.04.2016, Kabul Tarihi / Accepted: 22.03.2017

**Özet:** Topallık modern süt inekçiliğinde üretim, sağlık ve refahı etkileyen en önemli sorunlardan biridir ve ciddi ekonomik kayıplara neden olur. Topallıklar multifaktoriyel etiyojolojiye sahiptir. Bu faktörler arasında inek konforu, günlük yatma ve ayakta bekleme süreleri ve doğum sürecinde tırnaklarda şekillenen değişiklikler topallık nedeni olarak büyük öneme sahiptir. İşletmede topallık insidensinin azaltılması için ineklerin yatarak dinlenebilecekleri konforlu, temiz ve yeterli alanlar sağlanmalı ve yatma süresini azaltan sürü yönetimi uygulamalarından kaçınılmalıdır.

**Anahtar kelimeler:** Durak dizaynı, geçiş dönemi, inek konforu, topallık, yatma süresi

### Effects of Lying Time on Lameness of Dairy Cattle and Factors Effecting Lying Time

**Abstract:** Lameness is one of the most important welfare, health, and productivity problems in modern dairy farming and causes significant economic losses. Lameness has a multifactorial etiology. Some factors such as cow comfort, daily lying and standing time, and changes in the hoof around calving has major importance as the cause of lameness. Providing a dry, comfortable resting area for dairy cattle and avoiding herd management activities that reduce resting time is essential to reduce incidence of lameness in enterprises.

**Key words:** Cow comfort, lameness, lying time, stall design, transition period

### Giriş

Topallık modern süt sığırcılığında üretim, sağlık ve refahı etkileyen önemli sorunlardan bir tanesidir [18,92]. Topallıklar işletmede süt verimini azaltarak [46,55,65,113], reproduktif performansı düşürerek [19,40,53,54,94], kesim oranını arttırarak [17,91,94] ve diğer hastalıklara yatkınlık oluşturarak [21] önemli ekonomik kayıplara neden olurlar. Ayrıca topallıklar ineklerin şiddetli ağrı ve acı çekmesine neden olmalarından dolayı önemli bir refah sorunudur [80]. Bu nedenle topallık süt sığırcılığı işletmelerinde öncelikli olarak üzerinde durulması gereken bir sürü problemi olarak değerlendirilmektedir [47,58,88,109].

Yapılan araştırmalarda topallık prevalansının %1,8-69 arasında değiştiği [3,5,7,8,18,20,25,33-36,92] ve ineklerin %20-25'inde klinik olarak topallık bulunduğu bildirilmektedir [25]. Barınak koşulları (inek konforu, durak ölçülerinin uygunluğu, beton zeminler, kaygan zeminler, ahırların eski veya yeni olması, keskin dönüşlerin varlığı gibi), yöne-

tim uygulamaları (sürü büyüklüğü, tırnak kesimi, ayak banyosunun bulunması ve sıklığı, sağım süresi, otomatik sıyırıcıların kullanımı, besleme, sulukların sayısı, kuru dönemdeki ineklerin meraya çıkarılması, sağımhaneye gidiş yollarına kauçuk malzeme serilmesi gibi) ve bireysel faktörlerin (vücut kondüsyon skoru, laktasyon sayısı ve dönemi, tarsal eklem lezyonları gibi) topallık prevalansını etkilediği belirtilmektedir [3,6-8,20,33-36,92]. Ancak 2000'li yılların başlarına kadar bildirilen topallık prevalanslarındaki farklılıkların ortak bir topallık skorlama sisteminin olmayışından kaynaklandığı da belirtilmektedir [3]. Sprecher ve ark. (1997)'nin [94] geliştirdiği 5 dereceli topallık skorlama sisteminin yaygınlaşmasıyla, topallık değerlendirmesinin objektifliği arttırılmaya çalışılmıştır [3,115].

Sığırlarda topallığa predispozisyon oluşturan faktörleri ineğe bağlı faktörler ve sürü düzeyindeki faktörler olarak iki gruba ayırmak mümkündür [117]. Bunlardan yaş, gebelik ve laktasyon döneminde (özellikle doğum sürecinde) tırnaklarda şekillenen fizyolojik değişiklikler, ineğin daha önce

geçirdiği hastalıklar, vücut kondüsyon skoru (VKS) ve genetik yatkınlık hayvana ilişkin faktörlerdir. Sürü düzeyindeki faktörler inek konforu, ayak ve tırnak hijyeni, inekler arasındaki sosyal baskınlık, çiftlik içi inek hareketleri, rasyon ve fonksiyonel tırnak kesimidir [76,117].

Ayak hastalıkları “enfeksiyöz ayak hastalıkları” (digital dermatitis, interdigital flegmon ve ökçe erezyonu) ve “boynuz ve canlı tırnak lezyonları” (BCTL) (taban hemorajileri, taban ülseri, parmak ucu ülseri, ökçe ülseri, beyaz çizgi hastalığı, tırnak çatlakları ve çift taban oluşumu) olmak üzere iki ana grupta toplanabilir [25]. Enfeksiyöz ayak hastalıkları daha çok hijyen problemi ile ilgilidir. BCTL ise multi-faktoriyel etiyojijiye sahiptir. Günümüzde BCTL’ye bağlı oluşan topallıkların etiyojisinde doğum sürecinin hayvana olan etkileri, inek konforu, sığırların günlük yatma ve ayakta durma süresi, beton zeminler ve sürü yönetimi gibi faktörler ön plana çıkmaktadır [1,16,58,64,66,79,87,88,93]. Bu faktörler, tırnakları hem içinden hem de dışından zayıflatarak travmalara açık hale getirirler. Hatalı beslemeye bağlı gelişen subakut ruminal asidoz (SARA) ise önemli bir topallık sebebi olmakla birlikte, modern sığır yetiştiriciliğinde topallık sebebi olarak önemini yitirmektedir [8,58].

Bu derlemenin amacı serbest duraklı ahırlarda barındırılan süt ineklerinde, yatma süresinin topallık oluşumundaki önemini ortaya koymak ve yatma süresini etkileyen faktörleri topallık kontrolü açısından değerlendirmektir.

### **Serbest Duraklı Ahırlarda Barındırılan İneklerin Bir Günlük Aktiviteleri**

Yatma süresinin topallıklara etkisini değerlendirilebilmek için öncelikle ineklerin günlük yatma süresinin ve gün içinde hangi aktivitelere ne kadar zaman harcadıklarının bilinmesinde yarar vardır. Bir ineğin gün içinde yaptığı bazı faaliyetleri sabit ve değişmezdir. İneklerin yem yeme (4,5-5 saat) ve su içme (0,5 saat) davranışları ve sağım (2,5 saat) için günlük harcadıkları süre yaklaşık sekiz saati bulmaktadır. Her gün mecburi olarak yapılan bu aktivitelerden geri kalan 17 saatten daha az süre ise dinlenme, sosyal aktiviteler ve duraklarda bekleme için harcanır. İnekler sağımdan dönme, yemliklerle duraklar arasında gidip gelme ve sosyal aktiviteler için 2,4 saat zaman harcarlar, yaklaşık 2 saat durak-

larda ayakta beklerler [24,43] ve 12-14 saat de yatarlar [14,16,42,70].

Yatma davranışı durak ziyareti ve yatış döngülerinden oluşur. İnekler duraklara uğradıklarında (durak ziyareti) bir veya birkaç defa yatar kalkarlar (yatış döngüsü) ya da hiç yatmadan bir süre ayakta bekledikten sonra duraktan ayrılırlar. Günde ortalama 7,2 durak ziyareti ve 13,6 yatış döngüsü olur ve her bir yatış döngüsü yaklaşık 1,2 (0,5-3) saat sürer. Sığırların çoğu yatış döngüleri arasında gerinir, defekasyon ve ürinasyon yapar ve bir süre ayakta bekledikten sonra bir öncekinin tersi tarafa tekrar yatar. Yatış döngülerinin sıklığı günün orta saatlerinde ve gece boyunca artış gösterir [24,114].

### **Yatmanın (Dinlenmenin) Tırnak Sağlığı İçin Önemi**

Dinlenme sığırlar için çok yüksek öncelikli bir ihtiyaçtır. O kadar fazla dinlenme ihtiyacı duyarlar ki, dinlenmeyi yem yemeye bile tercih ederler [42,47,74]. İnekler bu ihtiyaçlarını karşılayabilmek için günlük 12-14 saat süreyle yatarlar [16]. Yapılan bir çalışmada inekler dört saat boyunca farklı zeminlerde kilit sisteminde zorunlu olarak ayakta tutulmuş ve davranışları gözlenmiştir. Bekleme süresi sonunda tüm ineklerin huzursuz oldukları ve bırakıldıktan sonraki 5 dakika içinde hepsinin yattığı belirtilmektedir [68]. Topallık ile yatmama arasında çok ciddi bir ilişki vardır [33]. Proudfoot ve ark (2010) [85] yaptıkları bir çalışmada buzağılamadan sonraki birkaç ay içinde topallık tanısı konan ineklerin buzağılamadan önceki iki hafta içinde daha uzun süre ayakta beklediklerini tespit etmiştir. Yatma süresinin azalmasına neden olan herhangi bir faktör, özellikle koryumun çok frajil (kırılgan) olduğu postpartum dönemde, taban ülseri ve beyaz çizgi hastalığı gibi lezyonların insidensinde artışa neden olur [16].

Tırnağın canlı dokusu yoğun bir vaskularizasyona sahiptir. Hayvanın ayağını yere basmasıyla birlikte tırnaklarda meydana gelen biçimsel değişimler (tırnağın mihanikiyeti), bu yoğun vasküler sistemdeki kan dolaşımının düzenlenmesinden sorumludur. Yetersiz egzersiz ve uzun süre ayakta durmak tırnaklardaki kan dolaşımını bozarak, koryumda iskemi ve hipoksiye neden olur. Hayvan ayakta beklediğinde vasküler sistemdeki kanın sıvı kısmı damar dışına çıkar ve boynuz tırnak içinde basıncın

artmasına neden olur. Tırnak içindeki basınç artışı, vasküler sistemi dıştan baskı altına alarak koryumun arteriyel kan hacmini azaltır. Ayrıca tırnaklardaki dolaşımın bozulması sonucu, koryumdaki toksinlerin uzaklaştırılması da engellenir. Tırnaklarda düzenli kan dolaşımının sağlanabilmesi için hayvanın yeterince yürütmesi (günde 800-1200 m) [116] ve yatma ihtiyacını karşılaması gerekir [47].

Beton zeminlerde barındırılan ineklerde tırnak lezyonları ve klinik topallık insidensinin arttığı belirtilmektedir. Uzun süre ayakta durmak tırnaklara binen yükün artmasına neden olarak travmatik lezyonlara neden olmaktadır. Beton zeminler ve ayakta bekleme süresini etkileyen faktörler ile BCTL (taban hemorajileri ve taban ülserleri gibi) arasında ciddi bir ilişki bulunmaktadır [9,75,78,79,82,110]. Normal bir sığır tırnağında üçüncü falanks ile tırnağın canlı dokusu arasında ökçe yastığı olarak adlandırılan anatomik bir oluşum bulunmaktadır. Ökçe yastığının görevi ineğin ayaklarına binen yükü absorbe etmek ve taban koryumunun ezmesini engellemektir. Çeşitli metabolik hastalıklar ökçe yastığının fiziksel ve biyokimyasal yapısını değiştirebilir. Ökçe yastığının kalınlığının azalması boynuz tırnak içinde travmatik etkilerin artmasına neden olur ve BCTL'nin oluşumuna predispozisyon oluşturur [12,13,63,75,108]. Zeminin olumsuz etkileri, hayvanların ayakta durma sürelerini azaltan ve yatmalarını teşvik eden yönetimsel uygulamalarla oldukça hafifletilebilir [9]. Hayvanların yoğun olarak kullandığı yüzeylere kauçuk malzeme serilmesi de zeminlerin olumsuz etkilerini azaltmada etkili bir yöntem olarak önerilmektedir [1,10,27,31,48,58,98,105,109].

Topallıklar buzağılamadan sonraki 2'nci ve 3'üncü aylarda pik yapar. Bu dönemdeki topallıkların insidensindeki artış ile doğum süreci arasında ciddi bir ilişki vardır [15,16]. Doğum süreci bir inek için muazzam derecede yıkıcı etkileri olan bir dönemdir [102]. Bu dönemde ineğin sağlığını olumsuz etkileyen çok sayıda fizyolojik, metabolik ve fiziksel değişiklik şekillenir. Doğum sürecinde şekillenen topallıkla ilgili en önemli değişiklik üçüncü falanksın (tırnak kemiğinin) tırnak içindeki hareketliliğinin artmasıdır. Tarlton ve ark (2002) [96] tarafından geçiş dönemindeki düvelerin tırnaklarında "hoofase" adı verilen gelatolitik etkili bir enzim tespit edilmiştir. Bu enziminin

matriks metalloproteninaz-2'yi (MMP-2) aktive ettiği belirtilmektedir. MMP-2 ise vücutta elastik liflerin yıkılmasından sorumlu olan enzimlerden bir tanesidir. Tırnaklardaki hoofase aktivitesinin doğumdan önceki ikinci haftadan başlayarak doğumdan sonraki üçüncü aya kadar artarak devam ettiği belirtilmektedir [96,97]. Diğer yandan doğumun gerçekleşmesini sağlayan hormonal etkiler (özellikle relaksin) vücuttaki tüm ligament ve tendoların gevşemesine neden olduğu gibi, ayağın asıcı bağ sistemi (*suspensory apparatus*) ve destek sisteminin (*supportive apparatus*) gevşemesine de neden olur. Gerek artan hoofase aktivitesi gerekse doğum sürecindeki hormonal değişim nedeniyle geçiş dönemindeki ineklerde, üçüncü falanksın tırnak içindeki hareketliliği önemli derecede artar [14,16,47,69,71,75,108]. Doğum sürecinde tırnaklardaki kan dolaşımının bozulduğu, tırnak uzamasının azaldığı, yeni uzamış olan tırnağın kalitesinin düştüğü, tırnak aşınmasının arttığı [16] ve ökçe yastığının, kalınlığının ve içerdiği yağ asidi bileşiminin değişmesiyle, ayaklara binen yükü tamponlama kapasitesinin düştüğü belirtilmektedir [12,13,63,75]. Ayrıca doğum sürecinde ineklerin yatma davranışlarının da değiştiği, bu dönemde ineklerin daha uzun süre ayakta bekledikleri belirtilmektedir [59]. Doğum sürecinde şekillenen bu değişiklikler göz önüne alındığında, geçiş dönemindeki ineklerin tırnaklarının, laktasyonun diğer dönemindeki ineklere göre travmalara karşı daha duyarlı olduğu ve bu dönemde yatma süresinin azalmasının postpartum dönemde BCTL'nin insidensinde artışa neden olacağı söylenebilir. Doğum sürecinin tırnak sağlığına olan olumsuz etkilerini önlemek için bu dönemde mümkün olduğunca ineklerin konforu artırılmalı [59,89] ve kuru dönem başlangıcında fonksiyonel tırnak kesimi yaparak doğum sürecinde tırnağın en uygun biçimde olması sağlanmalıdır [16].

Yatma süresinin artması ruminal asidozun tamponlanmasında da önemli bir işleve sahiptir. İnekler günlük olarak ortalama 8 saat (7-10 saat) geviş getirirler. Bu sürenin yaklaşık 7,5 saati yatarken, 30 dk'sı da ayakta geçer. Yatan sığırlar ayakta durarlara göre çok daha fazla sayıda ruminasyon yaparlar ve daha çok tükürük salgırlar. Ayakta durma süresinin artması ruminasyon süresini azaltır ve tükürükle salınan bikarbonat miktarının azalmasına neden olur [45,47].

## İneğin Yatmasını Etkileyen (Sınırlandıran) Faktörler

Barınak sistemleri sütçü sığırların topallıklarıyla doğrudan ilişkilidir [23,51,84,90]. Topallık prevalansının, serbest duraklı ahır sistemlerinde bağlı duraklı ahırlara göre daha yüksek olduğunu belirtilmektedir [23,90]. Günümüzde süt sığırcılığında yaygın olarak serbest duraklı ahır sistemi kullanılmaktadır. Bu sistemde özellikle **“ineklerin yatma süresini azaltan faktörler”** önemli topallık sebebi olarak karşımıza çıkmaktadır. Durakların topallık açısından iki önemli yönü vardır. Birincisi durak ölçülerinin yetersizliği nedeniyle durakların tercih edilmemesi; ikincisi ve daha önemlisi ise durak konforunun yetersizliği nedeniyle durakların tercih edilmemesidir [16].

Durakların hayvanın ihtiyaçlarına uygun olarak tasarlanması oldukça önemlidir [29]. İnekler uzun, kısa, dar ve geniş olmak üzere dört farklı pozisyonunda yatarak dinlenirler [4]. Bir inek kalkarken önce karpal eklemlerini yere dayar, ileri doğru başıyla bir hamle yaparak vücudunun arka tarafını kaldırır ve ön ayakları üzerinde kısa bir adım atarak doğrulur. Her bir durağın ölçüsü hayvan dinlenirken ve yatıp kalkarken doğal vücut hareketlerini yapmasına izin vermelidir [15,16,86]. Durak genişliği ve uzunluğu [104], boyun demirinin konumu [11,37,107], göğüs bariyerinin yüksekliği [103], hamle alanının uzunluğu [29] ve durak eşiğinin yüksekliği [93] yatma süresini azaltan en önemli durak unsurlarıdır.

Durakların konforu ineğin yatma davranışını ve yatma süresini çok ciddi biçimde etkiler ve konfor düzeyinin azalması topallık insidensini artırır [41,47,91,108,110]. İnekler dinlenmek ve yürümek için yumuşak yerleri tercih ederler [9,52,99,100], bu tip yerlerde daha fazla yatarlar ve daha az ayakta beklerler [9,52]. Beton zeminler ineğin yatmaya karşı isteksizliğinden dolayı yatma süresini oldukça azaltır [47]. Bir inek yatıp kalkarken ağırlığının büyük bir kısmı karpal eklemler tarafından taşınır. Eğer durak zemini sert ve aynı zamanda yüzeyi de pürüzlü ise bu tip duraklar inekler tarafından pek tercih edilmez [16]. Kum altlık ve matress yataklar, beton yüzeyler ve kauçuk mat yataklıklara göre inekler tarafından daha çok tercih edilmektedir [112]. Kum altlıklı durakların ineklerin yatma süresini uzattığı ve meradaki yatma süresiyle kıyas-

landığında aralarında belirgin bir fark gözlenmediği belirtilmektedir [73]. Yapılan araştırmalar, topallık insidensinin yataklık malzemesinin özelliklerine göre değiştiğini [23,26] ve durak konforu arttıkça topallık insidensinin azaldığını göstermektedir. Sonuç olarak en iyi durağın en rahat durak olduğu söylenebilir [16,26].

Serbest duraklı ahırlarda, yatma süresini etkileyen diğer bir faktör de durak eğitimidir. Bu düveler için oldukça önemli bir konudur. Düveler genellikle serbest duraklı ahırları ilk defa geçiş döneminde kullanırlar ve durakları nasıl kullanacaklarını bilmedikleri bu hassas dönemde çevresel travmalara açık kalırlar [16,111].

Hayvanların ahır içindeki hareket alanlarının kısıtlanması, hayvanları ahırın çeşitli bölümlerinde beklemeye zorlar ve hayvanların ayakta bekleme süresini uzatır. Ahırın tüm bölümlerinde bir inek uzunlamasına dururken arkasında kalan alan iki ineğin rahatça geçişine izin verecek kadar geniş olmalıdır [47,57].

Ahırdaki sulukların yetersiz olması da ayakta bekleme süresinin uzamasına neden olmaktadır. Özellikle sağımdan sonra tüm ineklerin su içmek istemesi ve dominant ineklerin sulukları kontrol etmesi sulukların başında uzun kuyrukların oluşmasına neden olabilir [47]. Bu nedenle her ahırda sürünün yaklaşık %10'unun aynı anda su içmesine yetecek kadar suluk bulunmalıdır. Eğer grupta düveler varsa, ineklerin su içmek için kuyrukta beklediği gözleniyorsa, sulukların etrafı çamurlu, ıslak ve kaygan ise, ortam sıcaklığı yüksekse ve suluklar sadece ahır içindeki geçitlere yerleştirilmiş ise suluk sayısı mutlaka arttırılmalıdır [47].

İneklerin günlük ortalama 4,5-5 saat yem yedikleri göz önüne alınırsa, beton zemin üzerinde zaten uzun süre zaman harcadıkları görülebilir. Bu nedenle yemleme yönetiminde, hayvanların yem yeme süresini daha da uzatacak hatalardan kaçınılmalıdır. Taze yem sürekli olarak hayvanların önünde bulunmalı ve yemliklerde dağılan yem düzenli olarak hayvanların önüne itilmelidir [47]. İnek başına yemlik uzunluğu en az 60 cm olmalıdır (75 cm olması daha çok tercih edilmektedir). Yemlik uzunluğunun daha kısa olması durumunda ineklerin beton zeminler üzerinde ayakta bekleme süreleri artacaktır [1,25,58].



Sütçü sığırlarda yatma süresini etkileyen önemli faktörlerden birisi de barınak yoğunluğudur [27,38,41,62,67,72,101]. Barınaktaki hayvan sayısının artmasıyla sağım ve diğer yönetimsel uygulamalar için harcanan zaman da artmaktadır. Barınak yoğunluğu %120 olduğunda yatma süresinin %12-27 arasında azaldığı ve ayakta durma süresinin %15-25 uzadığı bildirilmektedir [38,44,45]. İneklerde yatma davranışı genelde senkronize halde görülmektedir [95]. Ahırlarda tüm ineklerin yatmasına yetecek kadar konforlu durak yoksa (veya ahır yoğunluğu fazlaysa) sosyal sıralamada daha aşağıda olan ineklerin ayakta bekleme süresi uzayacaktır [49,50,95].

Günde iki sağım yapılan işletmelerde ineklerin günlük ortalama 2,5 saat sağım için zaman harcadığı belirtilmektedir [24]. Sağım süresinin uzamasına neden olan tüm faktörler yatma süresinin azalmasına da neden olacaktır. Sürüdeki hayvan sayısının artması sağım süresinin uzamasına neden olan önemli faktördür [41]. Bu nedenle çiftlikte ahır kapasiteleri ve sağım sisteminin kapasitesi uyumlu olmalıdır. İneklerin sağım için bekledikleri avlunun alanı, inek başına 1,2-1,5 m<sup>2</sup> olarak düzenlenmelidir [47]. Sağımhaneye geliş-gidiş yolları ve kapılar, inek akışında darboğaz oluşturmamak için yeterli genişlikte olmalıdır [56]. İneklerin sağıma girişte tereddütlü olmaları ve huzursuzluk yaşamaları da sağım süresini uzatabilir [57]. Yatma süresinin etkilenmemesi için bir ineğin sağımda günlük üç saatten daha fazla zaman harcamaması gerekir [41,47].

Sıcaklık stresi, süt verimi ve reproduktif performansı olumsuz etkilediği gibi tırnak sağlığını da olumsuz etkilemektedir. Yapılan çalışmalarda yaz mevsimi sonlarında topallıkların yoğunlaştığı belirtilmektedir. Bunun en önemli sebeplerinden biri de sıcaklık stresine maruz kalan hayvanlarda yatma süresinin azalmasıdır [2,27,30]. Ayrıca sıcaklık stresinin SARA oluşumunu tetiklediği de (respiratorik alkaloz ve idrarla bikarbonat atılımının artması nedeniyle) belirtilmektedir [81,108,109].

Topallık [41,61] ve çeşitli hastalıklar [60,62] da yatma davranışını etkilemektedir. Yapılan çalışmalarda total ineklerin sağlıklılarına göre yatma süresinin daha uzun olduğu (>14,5 saat/gün), yatış döngüsü sürelerinin uzadığı (>90 dk.), ayakta bekleme ve yürüme sürelerinin azaldığı belirtilmektedir [61,77]. Şiddetli topallık yatma süresini belirgin

derecede uzatırken; hafif ve orta dereceli topallık ise yatma süresini azaltmaktadır. Topallık skoru 2 ve 3 olan ineklerin topallık skoru 1 olanlara göre daha fazla ayakta beklediği (sırasıyla günde 4 - 4,4 ve 2,9 saat) görülmüştür [2,30]. Bunun yanında klinik mastitis [32] ve klinik ketozis gibi hastalıklarda da ayakta bekleme süresinin uzadığı [60] ayrıca klinik ketozisli hayvanlarda yatış döngüsü sayısının azaldığı ve döngü süresinin uzadığı belirtilmektedir [60].

Bir sürüde topallık insidensi yüksek ise hayvan davranışları da dikkatlice izlenmelidir. Dominant inekler diğer ineklerin daha fazla ayakta beklemelerine ve daha az dinlenmelerine neden olur [47]. Dominant inekler yemliklerde, suluklarda ve yataklıklarda her zaman önceliğe sahiptirler. Diğer inekleri bu alanlara yaklaştırmazlar ve sosyal sıralamada daha aşağıda kalan ineklerin daha uzun süre ayakta beklemelerine neden olurlar [22,83,98].

Islak ve kaygan yataklık yüzeylerinin de ineklerin yatma süresini azalttığı ve ayakta bekleme süresini uzattığı belirtilmektedir [39,75,91].

## Tartışma ve Sonuç

İşletmede üretimi arttırmak (süt ve döl verimi) ve hayvan sağlığı ve refahını sürdürebilmek için ineklerin yatarak dinlenebilecekleri konforlu, temiz ve yeterli alanlar sağlanmalı [11,29,106] ve yatma süresini azaltan sürü yönetimi uygulamalarından kaçınılmalıdır [70]. Geçiş dönemi, topallık kontrolünde kilit noktalardan biri olmalıdır [1,16]. Geçiş dönemi ahırları, ineklerin davranışları ve bu dönemdeki özel ihtiyaçları göz önüne alınarak düzenlenmeli [28], bu dönemde inek konforu mümkün olduğunca artırılmalıdır [89].

## Kaynaklar

1. Akköse M (2015): Süt Sığırlarında Topallık Oluşumunda Günlük Yatma İhtiyacının Etkisi. Yüksek Lisans Semineri, Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Konya.
2. Allen JD, Anderson SD, Collier RJ, Smith JF (2007): Managing heat stress and its impact on cow behavior. Western Dairy Management Conference, Reno, NV.
3. Amory JR, Kloosterman P, Barker ZE, Wright JL, Blowey RW, Green LE (2006): Risk factors for reduced locomotion in dairy cattle on nineteen farms in the Netherlands. J. Dairy Sci. 89: 1509-1515.
4. Anderson N (2008): Cow behavior to judge free-stall and tie-stall barns. [http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/animalwelfare/info\\_cowbehave.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/animalwelfare/info_cowbehave.pdf)

5. Atasoy N (2003): Erzurum yöresinde süt sığırlarında görülen ayak hastalıklarının insidansı ve bunların sağaltımı. *YYÜ Vet. Fak. Derg.* 14(1):1-5.
6. Barker ZE, Amory JR, Wright JL, Blowey RW, Green LE (2007): Management factors associated with impaired locomotion in dairy cows in England and Wales. *J. Dairy Sci.* 90: 3270-3277.
7. Barker ZE, Leach KA, Whay HR, Bell NJ, Main DJC (2010): Assessment of lameness prevalence and associated risk factors in dairy herds in England and Wales. *J. Dairy Sci.* 93: 932-941.
8. Belge A, Bakır B, Gönenci R, Ormancı S (2005): Subclinical laminitis in dairy cattle: 205 selected cases. *Turk J Vet. Anim. Sci.* 29: 9-15.
9. Bell E, Weary DM (2000): The effects of farm environment and management on laminitis. 35th Annual Pacific Northwest Animal Nutrition Conference, Spokane, Washington.
10. Bell N (2015): The Farm Audit: Foot Health, Lameness and Footcare. p: 406-417. In: *Bovine Medicine*. Edit.: P Cockcroft, 3th ed. Wiley Blackwell, Iowa.
11. Bernardi F, Fregoseni J, Winckler C, Veira DM, Keyserlink MAG, Weary DM (2009): The stall design paradox: neck reil increase lameness but improve udder and stall hygiene. *J. Dairy Sci.* 92: 3074-3080.
12. Bicalho RC (2011): Lameness in dairy cattle: a debilitating disease or a disease of debilitated cattle? Western Dairy Management Conference, 9-11 March, Reno, NV.
13. Bicalho RC, Mashado VS, Caixeta LS (2009): Lameness in dairy cattle: a debilitating disease or a disease of debilitated cattle? A cross sectional study of lameness prevalence and thickness of the digital cushion. *J. Dairy Sci.* 92: 3175-3184.
14. Blowey R (2015): Cattle Lameness and Hoofcare. 3rd edition, 5m Publishing, QN.
15. Blowey R (2004): Lameness in the Foot. p:409-434. In: *Bovine Medicine, Diseases and Husbandry of Cattle*. Edit.: AH Andrews, RW Blowey, H Body, RG Eddy, 2nd ed. Blackwell Science Ltd. Oxford.
16. Blowey R (2005): Factors associated with lameness in dairy cattle. *In Practice*, 27: 154-162.
17. Booth CJ, Warnick LD, Gröhn YT, Maizon DO, Guard CL, Janssen D (2004): Effect of lameness on culling in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 87: 4115-4122.
18. Chapinal N, Barrientos AK, von Keyserlink MAG, Galo E, Weary DM (2013): Herd-level risk factors for lameness in freestall farms in the northeastern United States and California. *J. Dairy Sci.* 96: 318-328.
19. Chapinal N, von Keyserlink MAG, Cerri RLA, Ito K, LeBlanc SJ, Weary DM (2013): Short communication: Herd-level reproductive performance and its relationship with lameness and leg injuries in freestall dairy herds in the northeastern United States. *J. Dairy Sci.* 96: 7066-7072.
20. Chapinal N, Liang Y, Weary DM, Wang Y, von Keyserlink MAG (2014): Risk factors for lameness and hock injuries in Holstein herds in China. *J. Dairy Sci.* 97: 4309-4316.
21. Calderon DF, Cook NB (2011): The effect of lameness on the resting behavior and metabolic status of dairy cattle during the transition period in a freestall-housed dairy herd. *J. Dairy Sci.* 94: 2883-2884.
22. Carry M (2015): Safety: Handling and Restrain of Cattle. p:110-114. In: *Bovine Medicine*. Edit.: P Cockcroft, 3th ed. Wiley Blackwell, Iowa.
23. Cook NB (2003): Prevalence of lameness among dairy cattle in Wisconsin as a function of housing type and stall surface. *J Am Vet Med Assoc* 223:1324-1328.
24. Cook NB (2008): Time budgets for dairy cows: how does cow comfort influence health, reproduction and productivity. *Penn State Dairy Cattle Nutrition Workshop*. Grantville, PA.
25. Cook NB (2007): A guide to investigating herd lameness problem. <http://www.milkproduction.com/Library/Scientific-articles/Animal-health/A-guide-to-investigating-a-herd-lameness-problem/>
26. Cook NB, Bennett TB, Nordlund KV (2004): Effect of free stall surface on Daily activity patterns in dair cows with relevance to lameness prevalence. *J. Dairy Sci.* 87: 2912-2922.
27. Cook NB, Nordlund KV, Oetzel GR (2004): Environmental influences on claw horn lesions associated with laminitis and subacute ruminal acidosis (SARA) in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 87(E. Suppl):E36-E46.
28. Cook NB, Nordlund KV (2004): Behavioral needs of the transition cow and considerations for special needs facility design. *Vet. Clin. Food Anim.* 20: 495-520.
29. Cook NB, Nordlund KV (2004): An update on dairy cow freestall design. *Bovine Practitioner*, 39: 29-36.
30. Cook NB, Mentink RL, Bennett TB, Burgi K (2007): The effect of heat stress and lameness on time budgets of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 90: 1674-1682.
31. Cook NB, Nordlund KV (2009): The influence of the environment on dairy cow behavior, claw health and herd lameness dynamics. *The Veterinary Journal*. 179 (3):360-369.
32. Cyples JA, Fitzpatrick CE, Leslie KE, DeVries TJ, Haley DB, Chapinal N (2012): Short communication: The effects of experimentally induced *Escherichia coli* clinical mastitis on lying behavior of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 95: 2571-2575.
33. Dippel S, Dolezal M, Brenninkmeyer C, Brinkman J, March S, Knierim U, Winckler C (2009): Risk factor lameness in freestall-housed dairy cows across two breeds, farming system and countries. *J. Dairy Sci.* 92: 5476-5486.
34. Espejo LA, Endres MI (2007): Herd-level risk factors for lameness in high-producing holstein cows housed in freestall barns. *J. Dairy Sci.* 90: 306-314.
35. Espejo LA, Endres MI, Salfer JA (2006): Prevalence of lameness in high producing holstein cows housed in freestall barns in Minnesota. *J. Dairy Sci.* 89: 3052-3085.
36. Foditsch C, Oikonomou G, Machado VS, Bicalho ML, Ganda EK, Lima SF, Rossi R, Riberio BL, Kussler A, Bicalho RC (2016): Lameness prevalence and risk factors in large dairy farms in Upstate New York. Model development for the prediction of claw horn disruption lesion. *PLoS ONE* 11(1): e0146718.
37. Fregonesi JA, Keyserlink MAG, Tucker CB, Veira DB, Weary DM (2009): Neck-reil position in the freestall affects standing behavior and udder and stall cleanliness. *J. Dairy Sci.* 92: 1979-1985.
38. Fregonesi JA, Tucker CB, Weary DB (2007): Overstocking reduces lying time in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 90: 3349-3354.
39. Fregonesi JA, Veira DM, Keyserlink MAG, Weary DM (2007): Effect of bedding quality on lying behavior of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 90: 5468-5472.
40. Garbarino EJ, Hernandez JA, Shearer JK, Risco CA, Thatcher WW (2004): Effect of lameness on ovarian activity in postpartum holstein cows. *J. Dairy Sci.* 87: 4123-4131.
41. Gomez A, Cook NB (2010): Time budgets of lactating dairy cattle in commercial freestall herds. *J. Dairy Sci.* 93: 5572-5781.
42. Grant R (2011): Current concepts in time budgeting for dairy cattle. *Penn State Dairy Cattle Nutrition Workshop*, Grantville.
43. Grant R (2006): Incorporating dairy cow behavior into management tools. *Penn State Dairy Cattle Nutrition Workshop*, Grantville.

44. Grant R (2007): Effect of stocking density on cow comfort, health, and productivity. Proceedings of the Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers, New York, USA.
45. Grant R (2009): Stocking density and time budgets. Western Dairy Management Conference, Reno, NV.
46. Green LE, Hedges VJ, Schukken YH, Blowey RW, Packington AJ (2002): The impact of clinical lameness on the milk yield of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 85: 2250-2256.
47. Greenough PR (2007): Bovine Laminitis And Lameness- A Hands of Approach. 1th ed. Saunders, Toronto.
48. Greenough PR (2009): Bovine lameness in Western Canada. CanWest Veterinary Conference, Banff, Alberta.
49. Guard C (2001): Investigation herds with lameness problems. *Vet Clin North Am Food Anim Pract*, 17(1):175-187.
50. Guard C (2008): Musculoskeletal Disorders. p: 467-503. In: Rebhun's Diseases of Dairy Cattle, Edits.: DJ Divers, SF Peek, 2nd ed. Elsevier, China.
51. Haskell MJ, Rennie LJ, Howell VA, Bell MJ, Lawrence AB (2006): Hausing system, milk production, and zero-grazing effects on lameness and leg injury in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 89: 4259-4266.
52. Herlin AH (1997): Comparison of lying area surfaces for dairy cows by preference, hygiene, and lying down behaviour. *Swedish Journal of Agricultural Research* 27: 189-196.
53. Hernandez JA, Shearer JK, Webb DW (2001): Effect of lameness on the calving-to-conception interval in dairy cows. *J Am Vet Med Assoc*, 218: 1611-1614.
54. Hernandez JA, Garbarino EJ, Shearer JK, Risco CA, Thatcher WW (2005): Comparison of the calving-to-conception interval in dairy cows with different degrees of lameness during the prebreeding postpartum period. *J Am Vet Med Assoc*, 227: 1284-1291.
55. Hernandez JA, Garbarino EJ, Shearer JK, Risco CA, Thatcher WW (2005): Comparison of milk yield in dairy cows with different degrees of lameness. *J Am Vet Med Assoc*, 227: 1292-1296.
56. House J (2011): A Guide to Dairy Herd Management. Meat and Livestock Australia Limited, North Sydney, p: 68.
57. Hulsen J (2010): Cow Signals. A Practical Guide for Dairy Farm Management. Roodbont Publishers, Netherland.
58. Huxley J, Archer S, Bell N, Burnell M, Green L, Potterton S, Reader J (2012): Control of Lameness. p: 169-204. In *Dairy Herd Health*. Edit.: Green M, 1th ed. CABI, Craydon.
59. Huzzey JM, von Keyserlingk MAG, Weary DM (2005): Changes in feeding, drinking, and standing behavior of dairy cows during the transition period. *J. Dairy Sci.* 88: 2454-2461.
60. Itle AJ, Huzzey JM, Weary DM, von Keyserlingk MAG (2015): Clinical ketosis and standing behavior in transition cows. *J. Dairy Sci.* 98: 128-134.
61. Ito K, von Keyserlingk MAG, LeBlanc SJ, Weary DM (2010): Lying behavior as an indicator of lameness in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 93: 3553-3560.
62. Ito K, Chapinal N, Weary DM, von Keyserlingk MAG (2014): Associations between herd-level factors and lying behavior of freestall-housed dairy cows. *J. Dairy Sci.* 97: 2081- 2089.
63. İzci C, Erol M, Gökşahin E (2011): A study about determining the changes in the structural characteristics of the digital cushion in heifer and multipar dairy cows: A preliminary report. *Kafkas Univ. Vet. Fak. Derg.* 17(1):159-162.
64. İzci C (1998): Sığır Ayak Hastalıkları. Sarışen Ofset, Konya.
65. Juarez, ST, Robinson PH, De Peters EJ, Price EO (2003): Impact of lameness on behavior and productivity of lactating Holstein cows. *Applied Animal Behavior Science*, 83: 1-14.
66. Kahn CM (2010): The Merck Veterinary Manual. 10th ed. Merial Limited, Whitehouse Station, p: 969.
67. Krawczel PD, Klaiber LB, Butzler RE, Klaiber LM, Dann HM, Mooney SC, Grant RJ (2012): Short-term increases in stocking density affect the lying and social behavior, but not the productivity, of lactating Holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.* 95: 4298-4308.
68. Krebs N, Berry SL, Tucker CB (2011): Restless behavior increases over time, but not with compressibility of the flooring surface, during forced standing at the feed bunk. *J. Dairy Sci.* 94: 97-105.
69. Knott L, Tarlton JF, Craft H, Webster AJF (2007): Effect of housing, parturition and diet change on the biochemistry and biomechanics of the support structures of the hoof of dairy heifers. *Vet Journal*, 174: 277-287.
70. Lee K (2011): Time management for dairy cows. Michigan State University Ext. [http://msue.anr.msu.edu/news/time\\_management\\_for\\_dairy\\_cows](http://msue.anr.msu.edu/news/time_management_for_dairy_cows)
71. Lischer CJ, Ossent P (2002): Pathogenesis of sole lesions attributed to laminitis in cattle. 12th International Symposium on Lameness in Ruminants, Orlando, Florida, USA.
72. Lobeck-Luchterhand KM, Silva PRB, Chebel RC, Endres MI (2015): Effect of stocking density on social, feeding, and lying behavior of prepartum dairy animals. *J. Dairy Sci.* 98: 240-249.
73. Margerison JK, Lau J, Hedley MJ, Home DJ, Hanly JA, Powell N, Shilton A (2014): Lying and feeding behaviour of dairy cows at pasture and housed in freestalls fitted with sand and water filled mats. 27th Annual FLRC Workshop, February, New Zealand.
74. Munksgaard L, Jensen MB, Pedersen LJ, Hansen SW, Matthews L (2005): Quantifying behavioural priorities-effect of time constraints on behaviour of dairy cows. *Applied Animal Behaviour Science*. 92: 3-14.
75. Mülling CKW (2009): Environmental influences on claw function and integrity. CanWest Veterinary Conference, Banff, Alberta.
76. Mülling CKW, Green L, Barker Z, Scaife J, Amory J, Speijer M (2006): Risk factors associated with foot lameness in dairy cattle and a suggested approach for lameness reduction. World Buatrich Congress, Nice, France.
77. Nechanitzky K, Starke A, Vidondo B, Müller H, Reckardt M, Friedli K, Steiner A (2016): Analysis of behavioral changes in dairy cows associated with claw horn lesions. *J. Dairy Sci.* 99: 1-11.
78. Norberg P (2013): Effects of rubber alley flooring on cow locomotion and welfare. <http://www.milkproduction.com/Library/Scientific-articles/Animal-health/Effects-of-rubber-alley-flooring-on-cow-locomotion-and-welfare/>
79. Nordlund KV, Cook NB, Oetzel GR (2004): Investigation strategies for laminitis problem herds. *J. Dairy Sci.* 87(E. Suppl.):E27-E35.
80. O'Callaghan KA, Cripps PJ, Downham DY, Murray RD (2003): Subjective and objective assessment of pain and discomfort due to lameness in dairy cattle. *Animal Welfare*, 12: 605-610.
81. Olson V (2008): Heat Stress in Dairy Cattle. p: 396-397. In: Blackwell's Five-Minute Veterinary Consult: Ruminant. Edit.: SRR Haskel, 1th ed. Wiley-Blackwell, Iowa.
82. Ouweltjes W, van der Werf JTN, Frankena K, van Leeuwen JL (2011): Effect of flooring and restricted freestall, access on behavior and claw health of dairy heifers. *J. Dairy Sci.* 94: 705-715.
83. Petrovski K (2015): Cattle Signal. p: 347-359. In: *Bovine Medicine*. Ed.: P Cockcroft, 3th ed. Wiley Blackwell, Iowa.
84. Phillips CJC (2010): Principles of Cattle Production. 2nd ed. CABI, Cambridge. p: 75-94.
85. Proudfoot KL, Weary DM, von Keyserlingk MAG (2010): Behavior during transition differs for cows diagnosed with claw horn lesions in mid lactation. *J. Dairy Sci.* 93: 3970-3978.
86. Ryan T (2007): Building design-best practice. *IFBA Journal* 20: 5-8.
87. Sepulveda-Varas P, HuWeary DM, von Keyserlingk MAG (2014): Lying behavior and postpartum health status in grazing dairy cows. *J. Dairy Sci.* 97: 6334-6344.

88. Shearer J (2005): Laminitis-more than how you feed your cows (laminitis, claw disorders, and infectious foot diseases). Proceedings 2nd Florida Dairy Road Show, Florida.
89. Shearer JK (2010): Nutritional and animal welfare implications to lameness. Tri-State Dairy Nutrition Conference, Fort Wayne, Indiana.
90. Sogstad AM, Fjeldaas T, Osteras O, Plym Forshell K (2005): Prevalence of claw lesions in Norwegian dairy cattle housed in tie stalls and free stalls. Preventive Veterinary Medicine, 70(3-4):191-209.
91. Solano L (2013): Decreasing lameness and increasing cow comfort on Alberta dairy farms. Adv. Dairy Tech. 25: 297-306.
92. Solano L, Barkema HW, Pajor EA, Mason S, LeBlanc SJ, Nash CGR, Haley DB, Pellerin D, Rushen J, de Passillé AM, Vasseur E, Orsel K (2015): Prevalence of lameness and associated risk factors in Canadian Holstein-Friesian cows housed in freestall barns. J. Dairy Sci. 98: 6978-6991.
93. Solano L, Barkema HW, Pajor EA, Mason S, LeBlanc SJ, Nash CGR, Haley DB, Pellerin D, Rushen J, de Passillé AM, Vasseur E, Orsel K (2016): Associations between lying behavior and lameness in Canadian Holstein-Friesian cows housed in freestall barns. J. Dairy Sci. 99: 2086-2101.
94. Sprecher D.J, Hostetler DE, Kaneene JB (1997): A lameness scoring system that uses posture and gait to predict dairy cattle reproductive performance. Theriogenology, 47: 1179-1187.
95. Stoye S, Porter MA, Dawkins MS (2012): Synchronize lying in cattle in relation to time of day. Livestock Science, 149: 70-73.
96. Tarlton JF, Holah DE, Evans KM (2002): Biomechanical and histopathological changes in the support structures of bovine hooves around the time of first calving. Veterinary Journal 163: 196-204.
97. Tarlton JF, Webster AJF (2002): A biochemical and biomechanical basis for the pathogenesis of claw horn lesions. Proceedings of the 12<sup>th</sup> International Symposium on Lameness in Ruminants. Orlando, p: 395-400.
98. Taylor RE, Field TG (2004): Scientific Farm Animal Production: An Introduction to Animal Science. 8th ed. Pearson Prentice Hall, New Jersey, p: 376-392.
99. Telezhenko E and Bergsten C (2005): Influence of floor type on the locomotion of dairy cows. Applied Animal Behaviour Science, 93(3-4):183-197.
100. Telezhenko E, Lidfors L, Bergsten C (2007): Dairy cow preferences for soft or hard flooring when standing or walking. J. Dairy Sci. 90: 3716-3724.
101. Telezhenko E, von Keyserligk MAG, Talebi A, Weary DM (2012): Effect of pen size, and stocking density on activity in freestall-housed dairy cows. J. Dairy Sci. 95: 3064-3069.
102. Toussaint Raven E (2003): Cattle Footcare and Claw Trimming. Thirt ed. Crowood Press, Ipswich.
103. Tucker CB, Zdanowicz G, Weary DM (2006): Brisket boards reduce freestall use. J. Dairy Sci. 89: 2603-2607.
104. Tucker CB, Weary DM, Fraser D (2004): Free-stall dimension: effects on preference and stall usage. J. Dairy Sci. 87: 1208-1216.
105. Tucker CB, Weary DM, Passille AM, Campbell B, Rushen J (2006): Flooring in front of the feed bunk affects feeding behavior and use of freestalls by dairy cows. J. Dairy Sci. 89: 2065-2071.
106. Tucker CB, Weary DM, Rushen J, Passille AM (2004): Designing better environments for dairy cattle to rest. Advances in Dairy Technology, 16: 39-53.
107. Tucker CB, Weary DM, Fraser D (2005): Influence of neck-rail placement on freestall preference, use, and cleanliness. J. Dairy Sci. 88: 2730-2737.
108. van Amstel SR (2009): Noninfectious Disorders of the Foot. p: 222-234. In: Current Veterinary Therapy: Food Animal Practice. Edit.: DE Anderson, DM Rings, Saunders, Missouri.
109. van Amstel S, Shearer J (2006): Manual for Treatment and Control of Lameness in Cattle. 1th ed. Blackwell Publishing Professional, Ames, Iowa.
110. Vanegas J, Overton M, Berry SL, Sischo WM (2006): Effect of rubber flooring on claw health in lactating dairy cows housed in freestall barns. J. Dairy Sci. 89: 4251-4258.
111. von Keyserlingk MAG, Cunha GE, Fregonesi JA, Weary DM (2011): Introducing heifers to freestall housing. J. Dairy Sci. 94: 1900-1907.
112. Wagner-Storch AM, Palmer RW, Kammel DW (2003): Factors affecting stall use for different freestall bases. J. Dairy Sci. 86: 2253-2266.
113. Warnick LD, Janssen D, Guard CL, Gröhn YT (2001): The effect of lameness on milk production in dairy cows. J. Dairy Sci. 84: 1988-1997.
114. Watson C (2015): Dairy Cow Housing Audit. p: 338-346. In: Bovine Medicine. Edit.: P Cockcroft, 3th ed. Wiley Blackwell, Iowa.
115. Whay H (2002): Locomotion scoring and lameness detection in dairy cattle. In Practice 24: 444-449.
116. Yaylak E (2008): Süt sığırlarında topallık ve topallığın bazı özelliklere etkisi. Hayvansal Üretim 49(1): 47-56.
117. Yaylak E, Akbaş Y, Kaya İ, Uzmay C (2010): The effects of several cow and herd level factors on lameness in holstein cows reared in İzmir province of Turkey. Journal of Animal and Veterinary Advances, 9(21): 2714-2722.