


Araştırma Makalesi (Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2022, 59 (1):183-194
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.937533>

Ateş TEKDAL¹ 

Halil Baki ÜNAL² 

Hüseyin YÜRDEM³ 

¹ Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Bornova-İzmir / Türkiye

² Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Bornova-İzmir / Türkiye

³ Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Bornova-İzmir / Türkiye

* Sorumlu yazar (Corresponding author):

Ates.Tekdal@kiwa.com

Anahtar sözcükler: Süt sığırcılığı, işletme avlusu düzenlemesi, bilgisayar uygulaması, Küçük Menderes

Keywords: Dairy farming, dairy farm layout, computer application, Küçük Menderes

Süt sığırcılığı işletmelerinde üretim yapılarının bilgisayar yardımıyla en uygun biçimde konumlandırılması*

Optimal layout of production structures in dairy farms by using computer

**Bu makale, birinci yazarın yüksek lisans tezinden özetlenmiştir.

Received (Alınış): 16.05.2021

Accepted (Kabul Tarihi): 20.08.2021

ÖZ

Amaç: Bu çalışmada, altı farklı değerlendirme ölçütüne (yol, eğim, bakı, kış ve yaz rüzgârı yönleri ve bölge) göre bir süt sığırcılığı işletmesi avlusunda yer alacak yapıların (konut, barınak, süt sağım tesisi, yem deposu, hangar ve gübre deposu) hijyen koşulları, yangın riski ve iş verimliliği yönünden en uygun biçimde konumlandırılmasını sağlayacak MS Office Excel tabanlı bir bilgisayar uygulaması geliştirilmiştir.

Materyal ve Yöntem: İlk olarak, Küçük Menderes Havzası'nda faaliyet gösteren 1000 baş kapasiteli örnek süt sığırcılığı işletmesinin değerlendirme ölçütlerine ilişkin arazi verileri ve mevcut avlu planı belirlenmiştir. Daha sonra geliştirilen bilgisayar uygulamasının örnek işletme için ürettiği avlu planı ile mevcut avlu planı karşılaştırılmış ve sonuçlar temel teknik esaslara göre değerlendirilmiştir.

Araştırma Bulguları: Geliştirilen bilgisayar uygulaması tarafından örnek işletme için üretilmiş olan en uygun avlu planının mevcut avlu planı ile genel olarak uyuşmadığı, bu uyuşmazlığın hijyen, yangın riski, taşıt trafiği güvenliği, iş gücü kullanım etkinliği yönünden sorunlara yol açabileceği belirlenmiştir.

Sonuç: Geliştirilen bilgisayar uygulaması, yeni kurulacak süt sığırcılığı işletmelerinin avlusunda yer alacak üretim yapılarının en uygun biçimde konumlandırılmasına ve çevreye verilecek zararın kontrol altına alınıp, daha ekonomik bir işletmeciliğin yapılabileceği sürdürülebilir bir hayvancılık için gerekli altyapının düzenlemesine önemli katkılar sağlayacaktır.

ABSTRACT

Objective: In this study, according to six different evaluation criterias (road, slope, exposure, winter and summer wind directions and region) an MS Office Excel based computer application was developed that will enable the structures to be located in the site of a dairy farm (house, shelter, milking facility, feed store, hangar and manure store) to be layout in the most appropriate way in terms of hygiene conditions, fire risk and work efficiency.

Material and Methods: Firstly, regarding to the six evaluation criterias mentioned in the objective section, the current site plan and the land data of the 1000 head capacity sample dairy farm operating in the Küçük Menderes Basin were determined. Then, the site plan produced by the developed computer application for the sample dairy farm and the existing site plan were compared and the results were evaluated according to basic technical principles.

Results: It was determined that the most appropriate site plan produced by the developed program for the sample dairy farm does not generally match the existing site plan, and this conflict may cause problems in terms of hygiene, fire risk, vehicle traffic safety and workforce utilization efficiency.

Conclusion: The developed computer application will make significant contributions to the optimal layout of the production structures to be located in the site of to be established dairy farms and the arrangement of the necessary infrastructure for a sustainable livestock where the damage of the environment can be controlled and a more economical management can be achieved.

GİRİŞ

Süt ve ürünlerine olan talebi karşılamada oldukça önemli bir fonksiyona sahip olan sığır, dünyanın hemen her yerinde yetiştiriciliği yapılmakta olan bir türdür (Uğur, 2014). FAO (2017) verilerine göre; dünya süt üretiminin yaklaşık %90'ı sığırlardan elde edilmekte olup ABD 97,73 milyon t'luk sığır sütü üretimi ile ilk sırada yer almaktadır. Türkiye ise 18,76 milyon t'luk üretimi ile en önemli üretici ülkeler arasındadır. Ülkemizde iller bazında sığır yetiştiriciliğinden elde edilen süt miktarları dikkate alındığında; Konya ili 1.200.141 t'luk, İzmir ili 1.085.302 t'luk ve Erzurum ili 860.020 t'luk süt üretimleri ile en önemli üretici iller arasında yer almaktadır (TÜİK, 2017). İzmir ilindeki dağılım dikkate alındığında ise bu işletmelerin %90'ı Küçük Menderes Havzası'nda faaliyet göstermektedir (Boyacı vd., 2020).

Hayvansal üretim yapılan tarım işletmelerinde üretimin gerçekleştirilmesi için ihtiyaç duyulan yapı ve tesisler işletme arazisi içerisinde belli bir alanda yer alır. İşletme merkezi ya da işletme avlusu olarak adlandırılan bu alan, tüm üretim faaliyetlerinin yürütüldüğü yerdir (Taşkın & Ünal, 2013). Süt sığırcılığı işletmelerinde üretim faaliyetlerinin gerçekleşebilmesi için barınakların yanı sıra; yem deposu, gübre deposu, süt sağım tesisi, hangar ve konut gibi yapı ve tesislere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu yapı ve tesislerin, üretim faaliyetlerinin bir bütün olarak sürdürülebilmesi ve kontrol edilebilmesi adına işletme avlusunda bir arada yer alması gerekmektedir (Ünal vd., 2013).

Süt sığırcılığı işletme avlusunda yer alan üretim yapılarının tip ve miktarı işletmenin şekline ve büyüklüğüne göre değişmektedir. Üretim yapılarına yapılacak yatırımın işletme aktif sermayesinin %20-25'i kadar olması önerilmektedir (Yüksel & Şişman, 2015). Bu tip işletmelerin avlusu içerisinde üretim yapılarının düzenlenmesinde yapılabilecek hataların proje üzerinden düzeltilmesi oldukça kolay olmasına karşın, kurulumu tamamlanmış bir işletme merkezinde bu hataların giderilmesi oldukça zor ve yüksek maliyet gerektiren bir iştir. Bu nedenle ihtiyaç duyulan yapı ve tesislerin, süt sığırcılığı işletme merkezinde üretim esnasında fonksiyonelliği sağlayacak ve çevresel etkileri göz önünde bulundurulacak şekilde konumlandırılması gerekmektedir (Ünal vd., 2013).

Süt sığırcılığı işletmelerinin başarısı her şeyden önce, düzenli bir şekilde planlanmış işletme avlusuna bağlıdır. İşletme avlusu olarak belirlenen alanın yürütülecek faaliyetlere uygun biçimde düzenlenmesi gerekmektedir. Avluda yer alacak yapılar düzenlenirken birbirleri ile olan uyumuna önem verilmelidir. Ahır, yem depoları (silo, kuru ot deposu vb.), gübre deposu, süt sağım tesisi, hangar ve konut gibi yapılar avlu içerisinde birbirinden ayrılamayan bir bütünü oluştururlar. Bu yapıların avlu içerisinde uygun bir biçimde düzenlenmesi; en az düzeyde iş gücü kullanımına olanak tanınmasının yanı sıra, etkili rüzgâr yönü dikkate alınarak doğal havalandırmanın sağlanmasına katkı sağlar (Arıcı vd., 2005). İşletme avlusunun yeri belirlendiği zaman, geniş ölçekli bir harita çizilmeli ve eş yükselti eğrileri, kuzey yönü, hâkim rüzgârların yönü, genel eğim, mevcut yollar, doğal rüzgâr siperleri ve su yolları gibi tüm önemli detaylar belirtilmelidir. Bu bilgiler doğrultusunda yapıların düzenlenmesi gerçekleştirilebilir (Alchalabi, 2015).

Avluda yer alan yapı ve tesislerin uygun bir şekilde düzenlenmesi ile iklim faktörlerinin olumsuz etkilerini en aza indirmek mümkündür. Soğuk havalarda güneşten gelen ısı yapıların ısınmasına yardımcı olur (Protz & Moen, 1979). Yapılar, doğal koşullardan en iyi faydalanacak şekilde yerleştirilmeli (Alchalabi, 2015), yönleri yılın bütün mevsimlerinde güneş ışınlarından en iyi yararlanabilecekleri şekilde seçilmelidir (Okuroğlu & Yağanoğlu, 2013). Hâkim rüzgârların yönü belirlendikten sonra, avludaki yapıları kış rüzgârlarından korumak için rüzgâr siperleri yerleştirilmelidir. Rüzgâr siperlerinin, yaz rüzgârlarının serinletici etkisini engellemeyecek şekilde konumlandırılması istenir (Protz & Moen, 1979; Quam et al., 1993; Alchalabi, 2015). Konutun, barınak ve gübre deposu gibi koku üreten tesislerden etkilenmemesi için hâkim rüzgârların yönü dikkate alınarak yerleştirilmesi gerekir. Bu doğrultuda barınak ve gübre depoları, konuttan esen rüzgârın yönünde yer almalıdır (Mijinyawa & Awogbuyi, 2011). Ayrıca, yapılar arasındaki yürüme ve yangın emniyet mesafesi arasında bir denge kurulması gerekmektedir (Alchalabi, 2015; Yüksel & Şişman, 2015).

İşletme avlusunda yer alacak yapı ve tesislerin avludaki konumlarının belirlenmesinde iş ekonomisi, yangından korunma, hijyen koşulları, gelecekteki genişleme durumu ve görsel etki gibi faktörler birlikte düşünüldüğünde, avlunun söz konusu yapı ve tesislerin tiplerine göre 10-30 m aralıklarla eş merkezli halkalardan oluşan dört alt bölgeye ayrılması önerilir. I. bölge; toz, koku ve sinek gibi istenmeyen durumlardan korunur bir konumda olup, konutun yer aldığı alandır (Protz & Moen, 1979; Olgun, 2011). Bu bölgenin en az 0,28 ha büyüklüğünde olması istenir. II. bölge, diğer alanlara kıyasla sessiz ve kokusuz olup; atölye, hangar, yakıt ve kimyasal depoları gibi yerlerin ve elektrik direklerinin bulunduğu alandır. Bu bölgede olası bir yangının yayılmasını önlemek için yapılar arasında 30 m mesafe bırakılmalıdır. Yakıt ve kimyasal deposu ikinci bölgenin en dış kısmında yer almalıdır ve yangın riskine karşı konuttan 60 m uzaklıkta olmalıdır (Protz & Moen, 1979). III. bölge; yem ve hububat depolarının olduğu alandır. IV. bölge ise; işletme avlusunun en dışındaki alan olup, büyük kapasiteli hayvan barınaklarının yer aldığı alandır (Olgun, 2011).

Endüstride olduğu gibi tarımda da tesislerin yerleşim düzenlenmesinde (tesis düzenlenmesinde) temel amaç; daha iyi işletmecilik ve tasarruf için fonksiyonel olabilecek bir yerleşim düzeni sağlamaktır. Tesis düzenlenmesi birimler arası iletişimi kolaylaştıracak, malzeme akışını en aza indireyecek, çalışan personelin güvenliğini ve çalışma koşullarını en iyi hâle getirecek şekilde olmalıdır. Bu bağlamda tesis düzenlenmesi, herhangi bir işletmede tesislerin en verimli yerleşimini sağlayan stratejik ve temel bir konu olup mevcut alanın en etkili şekilde kullanımına olanak tanır (Singh & Sharma, 2006; Şahin & Türkbey, 2010; Prasad et al., 2014).

Endüstriyel işletmelerin yanı sıra hayvancılık işletmelerinde de tesis düzenlenmesine ilişkin bilimsel çalışmalarda, gerek işletme avlusu içerisindeki üretim yapı ve tesislerinin ve gerekse hayvan barınaklarının içerisindeki bölümlerin düzenlenmesine ilişkin çeşitli matematiksel modeller geliştirilmiştir. Hatem et al. (2013), süt sığırcılığı işletmelerindeki süt sağım yerlerinin planlanmasında ve tasarımında kullanılmak üzere matematiksel bir model ve bu modelin entegre edildiği bir bilgisayar uygulaması geliştirmişlerdir. Samer et al. (2008) ise, sıcak iklimlerde yer alan süt sığırcılığı işletmelerinde işletme avlusunun düzenlenmesine yönelik bir matematiksel model geliştirmişler ve bu modeli MS Office Excel ortamında, elektronik bir karar verme uygulamasına dahil etmişlerdir.

Fernández et al. (2006), süt sığırcılığı barınaklarının tasarımında çiftçilere ve diğer karar vericilere yardımcı olmak amacıyla ile barınak içinde durakların düzenlenmesine ilişkin dört farklı algoritma geliştirmişlerdir. Serbeş vd. (2014), küçükbaş hayvan barınaklarında yer alan genç ve yetişkin hayvanlar için dinlenme ve gezinme yerleri, süt sağım ve süt depolama yerleri ve yem depolama yerleri gibi barınak içi birimlerin optimum yerleşim düzeninin tasarlanmasında kullanılabilecek bir yöntem sundukları çalışmalarında farklı kapasiteye sahip iki ayrı barınak için öbek ağacı sınıflandırma analizi ve genetik algoritma tekniği kullanmışlardır.

Bu çalışmada, süt sığırcılığı işletmelerinin avlularında yer alacak üretim yapılarının, esas alınan değerlendirme ölçütlerine göre en uygun şekilde konumlandırılmasına yönelik MS Office Excel tabanlı bir bilgisayar uygulaması geliştirilmiştir. Geliştirilen bu uygulama ile Küçük Menderes Havzası'nda faaliyet gösteren bir süt sığırcılığı işletmesi için arazi koşullarına göre en uygun avlu planı ortaya konmuştur. Ayrıca, geliştirilen bilgisayar uygulaması tarafından üretilen avlu planı ile mevcut avlu planı karşılaştırılarak temel teknik esaslara göre değerlendirilmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Çalışmada, Microsoft Office Excel Professional Plus 2016 paket programı ve Microsoft Visual Basic for Application 7.1 eklentisi kullanılmıştır. Geliştirilen bilgisayar uygulaması Küçük Menderes Havzası'nda hâlen faaliyet gösteren bir süt sığırcılığı işletmesinin arazi koşullarına göre en uygun avlu planının ortaya konması amacıyla kullanılmıştır. Örnek alınan işletmenin yer aldığı Küçük Menderes Havzası, Türkiye'nin batısında 38°41'05" ve 37°24'08" kuzey enlemleri ile 28°24'36" ve 26°11'48" doğu boylamları arasındadır ve genişliği

702,9 ha olup, İzmir ili havzanın 668,9 ha'lık alanını kapsamaktadır. Havza'da, Akdeniz ikliminin tipik özellikleri hâkim olup; yıllık yağışların alansal ortalaması 613,9 mm'dir. Havza genelinde kuzey yönündeki rüzgârlar hâkim olup, bu rüzgârlar yazın havanın sıcaklığını ve nemini düzenlemektedir. Güney rüzgârları ise özellikle kış mevsiminde yağmur ihtiyacını karşılamaktadır (Kayhan & Alan, 2012; Anonymous, 2013).

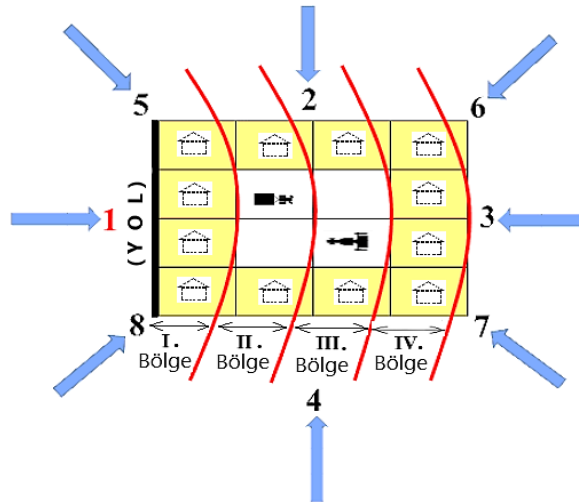
Araştırmanın ana materyali, Havza sınırları içerisindeki İzmir iline bağlı Torbalı ilçesindeki mevcut işletmeler arasından örnek olarak seçilen ve 2008 yılından bu yana faaliyet gösteren 1000 baş sağmal hayvan kapasitesine sahip bir süt sığırcılığı işletmesidir. Bu örnek işletme, alanı yaklaşık 89 da olan bir işletme avlusuna (işletme merkezi) sahiptir. Avlu içerisinde; 1 adet konut, 8 adet sağmal ve genç hayvan barınağı, 1 adet buzağı barınağı, 1 adet süt sağım tesisi ve yanında sağım öncesi hayvanların bekletildiği bir sundurma yapı, 2 adet sıvı gübre deposu ve 1 adet atölye/hangar bulunmaktadır. Ayrıca, 2 adet kuru ot deposu, 2 adet silaj çukuru ve bu çukurların yanında vakumlu paket silajların (silindir silaj balyaları) açıkta istiflendiği iki ayrı depolama alanı yer almaktadır.

Yöntem

Bilgisayar uygulamasının geliştirilmesi

Bir süt sığırcılığı işletme avlusundaki yapıların (konut, barınak, süt sağım tesisi, yem deposu, hangar ve gübre deposu) avlunun bulunduğu arazi koşullarına ilişkin beş ölçüt (*i*-yol, *ii*-eğim, *iii*-bakı, *iv*-kış rüzgârı ve *v*-yaz rüzgârı yönleri) ile birlikte avlu içinde yerleştirilecek bina türü için uygun "bölge koşulu" ölçütü olmak üzere toplam altı ölçüte göre en uygun biçimde konumlandırılması amacıyla Visual Basic programlama dilinde yazılmış bir MS Office Excel eklentisi geliştirilmiştir. İşletmede yolla bitişik olan avlunun (tarla ya da parselin) giriş cephe yönü sabit ve 1 no ile gösterilmiştir. Bu cephe yönüne göre işletme avlusunun arazi koşullarındaki eğim, bakı, kış rüzgârı ve yaz rüzgârı yönleri için dört ana yön (1-2-3-4 no.lu) ve dört ara yön (5-6-7-8 no.lu) esas alınmış ve oklarla gösterilmiştir.

Ayrıca bilgisayar uygulamasında, yola bakan cepheye göre işletme avlusu eşit mesafelerde dört bölgeye (sırasıyla I, II, III ve IV no.lu bölge) ayrılarak, bölge koşulu da (yol ile birlikte) değerlendirilmeye alınmıştır. Bilgisayar uygulamasında altlık olarak 4 x 4 adet hücrelerle işletme avlusu planı oluşturulmuştur. Bu plan üzerinde esas alınan coğrafi yönler (ok ile) ve bölgeler (yay ile) Şekil 1'de şematik olarak gösterilmiştir. Ayrıca avlu planında barınak ve diğer servis yapılarının konumlandırılacağı hücreler (yerler), sarı zemin üzerine kesik çizgiyle çizilmiş yapı şekliyle; araç ve yaya trafiği için boş bırakılacak avlu merkezi ise renksiz zemin üzerine çizilmiş traktör şekliyle gösterilmiştir.



Şekil 1. Geliştirilen bilgisayar uygulamasında altlık olarak kullanılan avlu planı.

Figure 1. Site plan used as a base by the developed computer application.

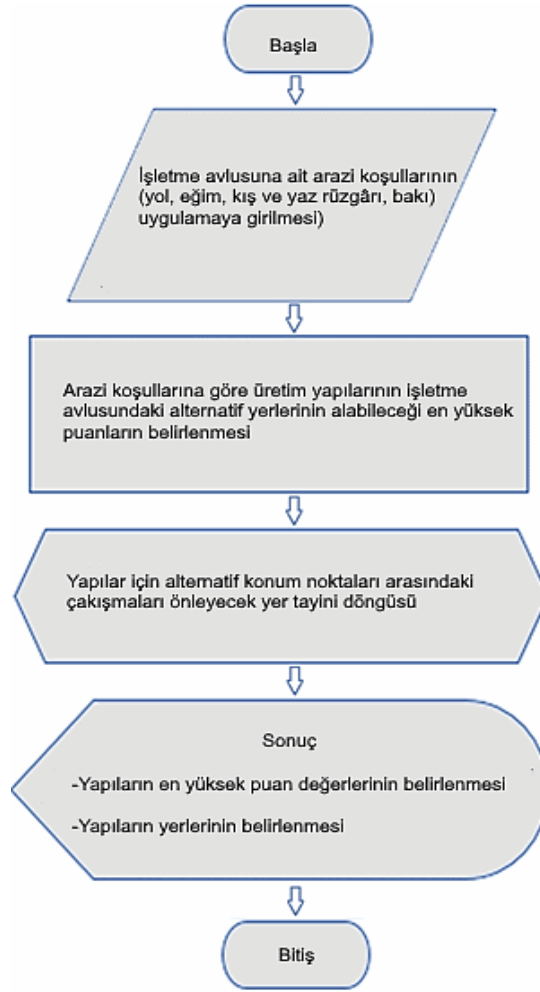
Excel çalışma sayfalarında, bu hücelere yerleştirilecek her bir servis yapısının uygunluk durumu; işletme avlusunun mevcut yol, eğim, bakı, kış ve yaz rüzgârı verilerine (bilgisayar uygulaması girdileri) göre değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme için söz konusu bu yapıların işletme avlusunun farklı yerlerinde konumlandırılmasının, bilimsel ve teknik esaslara uygunluk durumuna göre bir puanlama (uygun değil=0, uygun=1, çok uygun=2) öngörülmüştür. Bu puanlamaya göre her bir yapının yerleştirileceği hücrenin toplam puanı elde edilmiştir. Avlu içerisinde dikkate alınan altı değerlendirme ölçütüne göre en uygun konumda yerleştirilecek bir yapının alabileceği en yüksek toplam puan 12 iken, tüm yapıların alabileceği en yüksek toplam puan ise 72 olmaktadır. Puanlamada, bilimsel çalışmalarda belirtilen teknik esaslar dikkate alınmış olup Çizelge 1’de verilmiştir.

Geliştirilen bilgisayar uygulamasına arazi koşulları girildiğinde; altlık olarak kullanılan avlu planı üzerinde alternatif yerleşim düzenlemeleri için esas alınan uygunluk durumuna göre her bir yapının alacağı hücre puanları ile avludaki tüm yapıların alacağı toplam puan hesaplanmaktadır. Avluya yerleştirilecek yapılar için üretilen alternatif konumların çakışmasını önlemek ve bu yapıların en iyi konumlarını belirlemek için ise bilgisayar uygulamasında yer tayini döngüsü oluşturulmuştur. Ayrıca, uygulamada alternatifler içinden toplam puanı maksimum olana göre, yapıların avlu içerisinde belirlenen konumu ve puanlarının (bilgisayar uygulaması çıktısı) Excel ortamında bir sonuç sayfası olarak gösterilmesi sağlanmıştır. Geliştirilen bilgisayar uygulamasının akış şeması Şekil 2’de verilmiştir.

Çizelge 1. Geliştirilen bilgisayar uygulamasında puanlama için esas alınan teknik esaslar

Table 1. Technical principles based on for scoring in the developed computer application

Değerlendirme Ölçütleri	Açıklama
Yol	-Konutun yol ile olan ilişkisinde, çiftliğe giren ve çıkan araçların konuttan görülebilmesine imkân tanıyacak şekilde bir yerleşim göz önünde bulundurulmalıdır (Alchalabi, 2015). -Konut, ana yoldan 10-30 m içeride olmalıdır (Okuroğlu & Yağanoğlu, 2013). -Hangarların yeri belirlenirken yol ile olan ilişkisi göz önünde bulundurulmalıdır (Girgin, 2008). -Barınaklar avlunun en dış kısmında yer almalıdır (Olgun, 2011).
Eğim	-Konutun yerleştirileceği alanda drenajın sağlanması için konut dışına doğru bir eğim olmasına dikkat edilmelidir (Protz & Moen, 1979).
Hâkim Rüzgârlar	- Hâkim rüzgârların hayvan barınaklarında oluşacak kokuları, konut ve diğer yapılara taşımamasına özen gösterilmelidir (Öztürk, 2003). - Barınak ve gübre depoları, konuttan esen rüzgârın yönünde yer almalıdır (Mijinyawa & Awogbuyi, 2011). -Kış rüzgârlarından korunma ve yaz rüzgârlarının serinletici etkisinden yararlanma sağlanmalıdır (Çevik & Tekinel, 1998)
Bakı	-Şiddetli kış rüzgârlarından korunmak için avlunun yönü güney ya da doğuya bakmalıdır (Okuroğlu & Yağanoğlu, 2013). - Hava akımından ve güneş ışığından maksimum bir şekilde faydalanılması için avluda güney yönünde hafif bir eğimin olması istenir (Alchalabi, 2015). -Avludaki eğim yönü binaların yılın bütün mevsimlerinde güneş ışığından en iyi yararlanacak şekilde olmalıdır (Olgun, 2011).
Bölge	-İşletme avlusunda yapı cinslerine göre tahsis edilecek alanın, faaliyetlerin işlevsel olarak gerçekleştirilmesine imkân verecek, çevreyi toz, koku ve gürültüden koruyacak şekilde dört alt bölgeye ayrılması istenir. -I. Bölge; konutun yer aldığı alandır. -II. Bölge; atölye, hangar, yakıt ve kimyasal depoları gibi yapıların bulunduğu alandır. -III. Bölge; yem ve hububat depolarının olduğu alandır. -IV. Bölge; işletme avlusunun en dışındaki alan olup, büyük kapasiteli hayvan barınaklarının yer aldığı alandır (Protz & Moen, 1979; Girgin, 2008; Olgun, 2011).



Şekil 2. Geliştirilen bilgisayar uygulamasının akış şeması.

Figure 2. Flowchart of the developed computer application.

Geliştirilen bilgisayar uygulamasının girdilerinin belirlenmesi ve çıktısının değerlendirilmesi

Geliştirilen bilgisayar uygulaması, çalışma alanından seçilen örnek süt sığırcılığı işletmesi için uygulanmıştır. Bu kapsamda ilk olarak; örnek işletme avlusuna ilişkin arazi verileri (avlunun coğrafik konumu ve sınırları, üretim yapılarının türü ve sayıları) işletme yerinde yapılan ölçüm ve gözlemlerle belirlenmiş, hâkim rüzgâr yönleri ise Torbalı Tarım ve Orman İlçe Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Daha sonra, örnek işletme bilgileri bilgisayarda Google Earth ortamından sağlanan ve işletmeyi kapsayan uydu görüntüsüne aktarılarak, işletmenin avlu planı altlığı oluşturulmuştur. Son olarak, geliştirilen uygulama yardımıyla örnek işletme için üretilen en uygun avlu yerleşim düzeni ile mevcut avlu yerleşim düzeni planları karşılaştırılmış ve Çizelge 2'deki teknik esaslara göre değerlendirilmiştir.

ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Örnek işletmenin mevcut avlu yerleşim düzeni

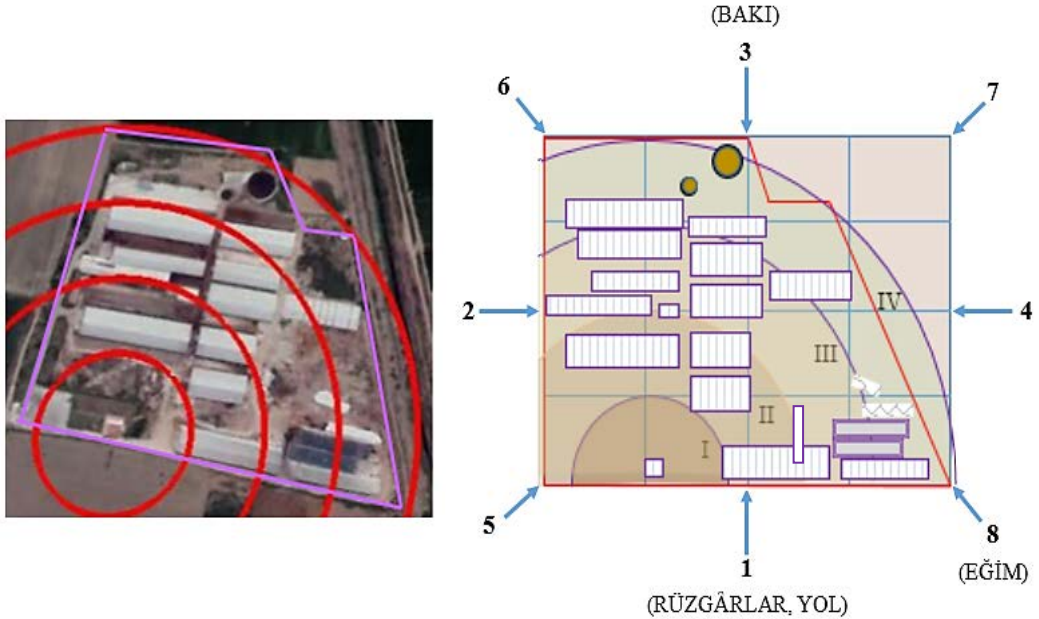
Çalışmada ilk olarak, örnek işletmenin yerinde belirlenen avlu yerleşim düzeni ve yapılar arasındaki mesafeler uydu görüntüsü üzerine işlenmiştir. Avlu içerisinde konutun bulunduğu yer başlangıç noktası olarak kabul edilmiş ve başlangıç noktası ile avlunun en uzak köşe noktası arasındaki mesafe 301 m olarak

ölçülmüştür (Şekil 3). Daha sonra, bu uydu görüntüsü altlık olarak esas alınmış ve belirlenen en uzak mesafenin 1/4'üne karşılık gelecek şekilde yarıçapı 75,25 m ve katları olan yaylar çizilmiştir. Çizilen yaylarla avlu dört eşit bölgeye ayrılmış ve böylece her bir bölge içerisinde kalan yapılar belirlenmiştir. Ayrıca, işletme avlusunun sahip olduğu eğim yönü koşulu 8, kış ve yaz rüzgârı yönü koşulu 1 ve bakı yönü koşulu 3 olarak tespit edilmiştir. İşletmenin girişinde yer alan ve yem depolarının olduğu alana doğru uzanan servis yolu, yol koşulu sabit kabul edildiği için 1 olarak değerlendirmeye alınmıştır (Şekil 4).



Şekil 3. Örnek işletme avlusunu ve binaların yerleşim düzenini gösteren uydu görüntüsü (Google Earth, 2020).

Figure 3. Satellite image showing the sample farm site and the layout of the buildings.



Şekil 4. Örnek işletmedeki arazi koşulları ve oluşturulan bölgelere göre yapıların konumunu gösteren uydu görüntüsü ve avlu planı.

Figure 4. Satellite image and site plan showing the location of the buildings according to the regions created by the land conditions in the sample farm.

Örnek işletme avlusu içerisinde; konutun I. bölgede, barınakların II, III ve IV. bölgelerde, süt sağım tesisinin III. bölgede, kaba-kesif yem depolarının II, III ve IV. bölgelerde, silaj depolarının III. ve IV. bölgelerde, hangar-atölyenin III. bölgede ve sıvı gübre depolarının IV. bölgede yer aldığı anlaşılmıştır (Şekil 4).

Avluda yer alan yapıların buldukları yerler değerlendirildiğinde konutun yer alması gereken I. bölgede olduğu görülmektedir. I. bölge işletme konutunun yer aldığı alan olup bu alanın, barınaklardan gelecek koku, toz vb. istenmeyen durumlara karşı korunur özellikte bir alan olması gerekmektedir. Diğer yandan, konutun ana yola yakın, avlu ve çevresine hâkim yüksekçe bir yerde bulunması arzu edilir (Çevik & Tekinel, 1998; Okuroğlu & Yağanoğlu, 2013). Hâkim eğim yönü ve yola olan uzaklık dikkate alındığında da konutun uygun bir konumda yer aldığı tespit edilmiştir.

İşletme avlusunda hâkim rüzgâr koşulları (kış ve yaz rüzgârı yönleri) değerlendirildiğinde ise rüzgâr esme yönlerinin konuttan barınaklar ve gübre depolarına doğru olduğu görülmektedir (Şekil 4). Bu durum barınak ve gübre depolarında oluşacak istenmeyen kokuların, söz konusu rüzgârlar ile konuta ulaşmasına engel olacaktır. Nitekim, hâkim rüzgârların konuttan diğer yapılara esecek şekilde olması için barınak ile gübre depolarının konuttan esen rüzgârın yönünde yer alması istenmektedir (Öztürk, 2003; Mijinyawa & Awogbuyi, 2011).

Konut ile barınaklar arasındaki mesafeler ise 71 m ve 73 m olarak bulunmuştur. Bu mesafeler belirlenirken konuta en yakın konumda olan 2 barınak değerlendirmeye alınmıştır. Konut ve barınak arasında olması gereken mesafenin uygunluğu ile iş gücü verimi arasında yakın bir ilişki bulunmaktadır. Daha fazla iş gücü kullanımına gereksinim duyulan binaların, mümkün olduğu kadar konuta yakın olması istenir (Yüksel & Şişman, 2015). Diğer yandan, yangın riskine karşı konut ve barınaklar arasında en az 30 m olması gerekmektedir (Mijinyawa & Awogbuyi, 2011). Barınaklardan ve gübre depolarından gelebilecek istenmeyen kötü kokulara karşı ise konutun bu yapılarla arasındaki mesafelerin en az 60 m olması istenir (Alchalabi, 2015). Konut ve gübre depoları arasındaki mesafeler incelendiğinde ise konutun, bu yapılara 240 m mesafede olduğu bulunmuştur. Örnek işletmede konutun gübre depoları ve barınaklara uygun bir mesafede olduğu tespit edilmiştir.

Konut ve yem depoları arasındaki mesafeler ölçüldüğünde konuta en yakın yem deposunun 56 m mesafede olduğu tespit edilmiştir. Koku, gürültü ve sineklerin konuta ulaşmaması için konut ile yem depoları arasında 10-50 m arasında bir mesafe bırakılması önerilir (Yüksel & Şişman, 2015). Konut ve hangar arasındaki mesafe ise 135 m olarak bulunmuştur. Avludaki bu mesafenin, konuttan hangara ulaşımın kolay bir şekilde sağlanabilmesi için 30 m kadar olması istenir (Alchalabi, 2015).

Barınakların avlu içerisinde yer aldığı alanlar değerlendirildiğinde ise bu yapıların avluda II, III ve IV. bölgelerde yer aldıkları tespit edilmiştir. Oysa, II. bölge; avludaki temiz, kuru ve sessiz faaliyetlerin geçtiği yer olup bu bölgede hangar ve küçük depoların yer alması gerekmektedir. Sağmal hayvan barınaklarının ise IV. bölgede yer alması gerekmektedir (Girgin, 2008). Diğer yandan, barınakların yem depolarına olan mesafeleri değerlendirildiğinde, avlunun en dış kısmında kalan barınakların bu yapılara olan uzaklıkları 173 m ile 225 m arasında bulunmuştur. Bu mesafeler avludaki yemleme işlerinin daha uzun sürmesine neden olacaktır.

Barınaklarla süt sağım tesisi arasındaki mesafelere bakıldığında ise II. bölgede konumlandırılan sağmal barınaklarının süt sağım tesisine 50 m ile 90 m mesafede oldukları tespit edilmiştir. Buradaki barınaklar avlu içerisinde yer almaması gereken bölgelerde konumlandırıldıkları için bu barınaklardaki hayvanların süt sağım tesisine getirilip, barınaklara geri götürülmesi bu işlemler için harcanacak sürenin artmasına neden olacaktır. Barınakların, yem deposu ve süt sağım tesisi gibi işletmede gün içerisinde gerçekleştirilen hayvancılık faaliyetleri açısından en ilişkili olduğu bu yapılar arasındaki mesafeler yemleme ve sağım işlerinin en az iş gücü ve zaman harcanarak gerçekleştirilmesine imkân verecek şekilde olmalıdır (Olgun, 2011). Yem depolarının barınaklara yakın olması gerekmele birlikte, yangından korunma için 7 m'den daha az olmamalıdır (Yüksel & Şişman, 2015). İşletme avlusunda yer alan kaba-kesif yem ve silaj depolarının ise II, III ve IV. bölgelere dağıldığı görülmektedir. Söz konusu yapıların avluda III. bölgede yer alması gerekmektedir (Olgun, 2011). Bu nedenle, yem depolarının uygun olmayan bölgelerde konumlandırılması yemlemede iş gücü kullanım verimliliğinin azalmasına neden olacaktır.

Barınaklar ile gübre depoları arasındaki mesafeler, gübre deposuna en yakın konumdaki barınaklar için 20 m ile 40 m arasında bulunmuştur. Söz konusu bu barınaklar avluda III. ve IV. bölgede yer almakta olup avlu içinde uygun bir yerde konumlandırılmıştır. Diğer yandan II. bölgede yer alan ve gübre depolarına en uzak konumdaki barınaklar ise yanlış bir yerde konumlandırılmış olup gübre depolarına olan uzaklıkları 130 m ile 170 m arasında bulunmuştur. Bu uzaklıklar, barınaklardaki gübrenin gübre depolarına taşınmasında iş gücü kullanımını artıracığından uygun görülmemektedir.

Avluda yer alan gübre depolarının buldukları yerler değerlendirildiğinde ise bu yapıların işletmenin girişine göre en uzak bölgede (IV. bölge) yer aldığı ve buna göre işletme avlusunda önerilen bölgede konumlandırıldığı anlaşılmaktadır. Avluda yer alan servis yollarının genişliği ise 5 m ile 10 m arasında bulunmuştur. Avlu içerisindeki araçların güvenli bir şekilde ilerlemeleri için servis yolu genişliğinin en az 5 m olması önerilmekte (Alchalabi, 2015), ancak binalar arasında dönüş yapabilmeyi sağlayacak en küçük dış dönüş çapının tek römorklu traktör için 13 m, iki akslı kamyon için ise 23,5 m olduğu bildirilmektedir (Mrema et al., 2011). Bu durumda, avludaki servis yolları genişliğinin; traktör ve kamyon gibi araçların tek yönde güvenli bir şekilde ilerlemeleri için uygun olduğu, ancak bu araçların manevra yapmaları için yeterli olmadığı anlaşılmaktadır.

Örnek işletmenin geliştirilen bilgisayar uygulamasına göre en uygun avlu planı

Örnek işletmeye ilişkin en uygun avlu planı için işletmenin mevcut yol (1), eğitim (8), kış rüzgârı (1), yaz rüzgârı (1) ve bakı (3) koşulları geliştirilen bilgisayar uygulamasına girilmiştir. Bu koşullara göre uygulama, her bir yapının "Yöntem" bölümünde tanımlanan ölçütlere göre konumunun uygunluk durumları için alabileceği en yüksek puanları hesaplayarak, bu puanlara göre en uygun avlu içi yerleşim düzeni planını oluşturmuştur (Şekil 5). Geliştirilen uygulamanın ürettiği çözüme göre, dikkate alınan altı ayrı ölçüt için uygun konuma getirilen konut (1 no.lu yapı) 9 puan, hangar (2 no.lu yapı) 11 puan, barınak (3 no.lu yapı) 10 puan, süt sağım tesisi (4 no.lu yapı) 10 puan, gübre deposu (5 no.lu yapı) 9 puan ve yem deposu (6 no.lu yapı) 9 puan olarak toplam 58 puan elde edilmiştir.

Geliştirilen bilgisayar uygulaması, avlunun yol ile bağlantılı olan cephesini ve eğitim yönünü (avludaki en yüksek nokta) esas alarak konutu yola yakın bir yere, hangarı konuta yakın olması gerekliliği için II. bölgeye, süt sağım tesisi ve yem deposunu III. bölgeye, barınak ve gübre deposunu ise avlunun yol ile olan girişini esas alarak en sondaki IV. bölgeye yerleştirmiştir. Barınak yapısının, süt sağım tesisi ve yem deposuna yakın olması gerektiği için bu iki yapının arasında olduğu görülmektedir. Ayrıca geliştirilen uygulama işletme avlusunun hâkim rüzgâr yönlerinden dolayı, rüzgârlar konuttan barınak ve gübre depolarına olacak şekilde bir konumlandırma yapmıştır (Şekil 5).

Mevcut avlu planı ile geliştirilen bilgisayar uygulamasına göre en uygun avlu planının karşılaştırılması

İşletmenin mevcut avlu yerleşim düzeni (Şekil 4) ile geliştirilen bilgisayar uygulamasının örnek işletme için ürettiği avlu yerleşim düzeni (Şekil 5) karşılaştırıldığında; söz konusu işletme avlusunda II. bölgede uygun olmayan şekilde konumlandırılan barınaklara karşın, geliştirilen uygulamanın barınaklar için IV. bölgede konumlandırma yaptığı görülmektedir. Ayrıca geliştirilen uygulama; işletme avlusunda II., III. ve IV. bölgelere dağılmış olan yem ve silaj depolarını, olması gereken III. bölgeye, III. bölgede bulunan hangarı ise yer alması gereken II. bölgeye yerleştirmiştir. Bununla birlikte, geliştirilen uygulamanın işletmenin hâkim rüzgâr koşullarını (1) dikkate alarak rüzgârlar konuttan barınaklara ve gübre depolarına edecek şekilde bir yerleşim düzeni sunduğu görülmektedir (Şekil 4 & 5).

Yapılan bu karşılaştırma; örnek işletmenin mevcut avlu yerleşim düzeninin geliştirilen uygulamanın sunduğu en uygun avlu planı ile örtüşmediğini ortaya koymaktadır. İşletme avlusu yaklaşık 89,000 m²'lik bir alana sahiptir. Bu avlu alanında; konut (170 m²) süt sağım tesisi yapıları (2,560 m²) hangar (85 m²) ve gübre depolarının (750 m²) yanı sıra 9 adet hayvan barınağı (22.000 m²) ve 4 adet yem deposu ile paket silaj depolama alanının (8,450 m²) yaklaşık 34.000 m²'lik bir alanı kapsadığı belirlenmiştir (Şekil 4). Yapıların çeşidi, sayısı ve boyutları ile avludaki yerleşim düzeni için öngörülen yapılar arası mesafeler

Bu çalışmada, bir süt sığırcılığı işletmesindeki üretim yapılarının avlu içerisinde, altı farklı değerlendirme ölçütüne göre en uygun biçimde yerleştirilmesini sağlamak amacıyla bir bilgisayar uygulaması geliştirilmiştir. Geliştirilen bu uygulama, öncelikle yeni kurulacak süt sığırcılığı işletmelerinin avlusunda (işletme merkezinde) yer alacak üretim yapılarının en uygun biçimde konumlandırılmasına rehberlik edecektir. Bununla birlikte, çevreye verilecek zararın kontrol altına alınabileceği ve daha ekonomik bir işletmeciliğin yapılabileceği sürdürülebilir bir hayvancılık için gerekli altyapının düzenlenmesine önemli katkılar sağlayacaktır. Ayrıca, geliştirilen uygulamanın mevcut işletmelerde arazi verilerine uygun olarak üreteceği en uygun avlu yerleşim düzeni planlarının mevcut avlu yerleşim planları ile karşılaştırılmasına ve böylece söz konusu işletmelerin verimliliğinin sorgulanmasına ve belirlenecek sorunlar için çözüm önerilerinin geliştirilmesine olanak sağlayacaktır.

Günümüzde her sektörde çevre duyarlılığı ve rekabet artmıştır. Bu bağlamda, süt sığırcılığı gibi büyükbaş hayvancılığın yanı sıra, küçükbaş ve kanatlı tür yetiştiricilikte sürdürülebilir bir üretim için, işletme merkezlerinin altyapılarının düzenlenmesinde matematiksel çözümlere gerek duyulmaktadır. Çalışmada geliştirilen bilgisayar uygulamasının daha kapsamlı çözüm önerileri sunması için esas alınan değerlendirme ölçütlerinin çeşitlendirilmesi gerekir. Bu konuda ilgili kurum ve kuruluşlar ile üniversitelerin birlikte yürüteceği çalışmalar önemli katkılar sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Alchalabi, D.A., 2015. Farmstead Planning, In: Farm Building Design, Chapter: 1, p. 10, ResearchGate. (Web sayfası: <https://www.researchgate.net/publication/272840813>) (Erişim tarihi: Ocak 2019).
- Anonymous, 2013. Havza Koruma Eylem Planları - Küçük Menderes Havzası, TÜBİTAK MAM Çevre Enstitüsü, 519 s.
- Aricı, İ., E. Şimşek & E. Yaslıoğlu, 2005. Süt sığırcılığı ahırlarının planlanması, Süttaş Süt Hayvancılığı Eğitim Merkezi Yayınları, Hayvancılık Serisi, 4, 26 s.
- Boyacı, M., H.B. Ünal & Ö.H. Bayraktar, 2020. "Sürdürülebilir Hayvancılıkta Nitrat Kirliliğinin Havzada Mekansal Stratejik Analiziyle İnovatif Bir Tekno-Eko Model Planı Projesi" İlçe Çalıştay Raporu, İzmir, 16 s.
- Çevik, B. & O. Tekinel, 1998. Kırsal Yerleşim Tekniği, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No:197, 139 s.
- FAO, 2017. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Statistical Databases – Livestock Primary (Web sayfası: faostat.org/faostat/en/#data/QL) (Erişim tarihi: Eylül 2019).
- Fernández, M. E., R. A. Mariño & X. C. Carreira, 2006. Algorithms for dairy barn design: Resting, feeding, and exercise, Journal of Dairy Science, 89 (7), 2784-2798.
- Girgin, G., 2008. Kırsal Altyapı. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1562, 217 s.
- Hatem, M., M. Samer, H. Grimm, R. Doluschitz & T. Jungbluth, 2013. An expert system for planning and designing milking parlour constructions., Agric Eng Int: CIGR.
- Kayhan, M. & İ. Alan, 2012. Türkiye Alansal Yağış Analizi 1971-2010. Meteoroloji Genel Müdürlüğü Kitapları, 96 s. (Web sayfası: <https://www.mgm.gov.tr/FILES/genel/kitaplar/alansalyagisanalizi.pdf>) (Erişim tarihi: Temmuz 2021).
- Mijinyawa, Y. & T. Awogbuyi, 2011. Development of a wind rosette for farmstead planning in Ibadan environ, Nigeria, Journal of Emerging Trends in Engineering and Applied Sciences (JETEAS), 2(2), 364-368.
- Mrema, C.G., O.L. Gumbe, J.H. Chepete & O.J. Agullo, 2011. Rural structures in the tropics: Design and Development, Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome, 481 pp.
- Okuroğlu, M. & A. V. Yağanoğlu, 2013. Kültürteknik, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 336, 290 s.
- Olgun, M., 2011. Tarımsal Yapılar, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1577, 445 s.
- Öztürk, T., 2003. Tarımsal Yapılar, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 49, Samsun.
- Prasad, N. H., G. Rajyalakshmi & A. S. Reddy, 2014. A typical manufacturing plant layout design using CRAFT algorithm, Procedia Engineering, 97: 1808-1814.
- Protz, A. & P. O. Moen, 1979. Family Farm Improvement Branch. Farmstead planning, Agriculture Canada, 1674/E.

- Quam, V., B. Wight & H. Hirning, 1993. Farmstead windbreak, NDSU EXTENSION SERVICE, F-1055.
- Samer, M., H. Grimm, M. Hatem, R. Doluschitz & T. Jungbluth, 2008. Mathematical modeling and spark mapping of dairy farmstead layout in hot climates. *Misr Journal of Agricultural Engineering*, 25 (3): 1026-1040.
- Serbeş, Z.A., İ. Alkan, H.B. Ünal & M. Avcı, 2014. Küçükbaş Hayvan Barınaklarında Birimlerin Yerleşim Düzeninin Optimum Tasarımı: Genetik Algoritma Uygulaması, 12. Ulusal Kültürteknik Sempozyumu, Tekirdağ, 1: 164-168.
- Singh, S. P. & R. R. Sharma, 2006. A review of different approaches to the facility layout problems, *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 30 (5-6): 425-433.
- Şahin, R. & O. Türkbey, 2010. Çok Amaçlı Tesis Yerleşim Problemi İçin Yeni Bir Melez Sezgisel Algoritma, *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 25 (1): 119-130.
- Taşkın, T. & B. Ünal, 2013. Koyunculuk işletmelerinde avlu tipleri ve seçimi, *Hasad Yayıncılık*, 2 (341).
- TÜİK, 2017. Hayvancılık İstatistikleri, biruni.tuik.gov.tr Erişim Tarihi: Ekim 2019.
- Uğur, F., 2014. Sığır Yetiştirme, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Yayın No:117, 167 s.
- Ünal, H. B., T. Taşkın & İ. Alkan, 2013. Hayvancılık işletmelerinde uygun yer seçimi, *Tarım Türk Dergisi*, 39: 44-46.
- Yüksel, A. N. & C. B. Şişman, 2015. Hayvan Barınaklarının Planlanması, *Hasad Yayıncılık Ltd. Şti.*, ISBN: 978-975-8377-99-0, 176s.