

Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology

Available online, ISSN: 2148-127X | www.agrifoodscience.com | Turkish Science and Technology Publishing (TURSTEP)

A Research on Agricultural Products Storage Warehouses in Van Province[#]

Ünal Şirin^{1,a,*}, Sedat Karaman², Büşra Kabay^{1,b}

¹Biosystem Engineering Department, Faculty of Agriculture, Yuzuncu Yil University, Van, Türkiye

²Biosystem Engineering Department, Faculty of Agriculture, Gaziosmanpaşa University, Tokat, Türkiye

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>This study was presented at the 6th International Anatolian Agriculture, Food, Environment and Biology Congress (Kütahya, TARGID 2022)</i></p> <p>Research Article</p> <p>Received : 31.10.2022 Accepted : 01.12.2022</p> <p>Keywords: Agricultural structures Cold storage Food preservation issues Van Province Biosystems</p>	<p>In this research; the current situation and problems of the cold storages in the province of Van have been studied. In this direction, 21 cold storages registered in Directorate of Van Provincial Agriculture and Forestry were visited and on-site investigations were made. The findings obtained as a result of the surveys made with their owners by considering the features of the cold storages such as the structural and mechanization status, the type of stored product have been effective in identifying problems and suggesting solutions. It is used for white meat and eggs 29% of cold storages, 29% for milk and dairy products, 29% for red meat and 13% for fruit and vegetable storage. In addition, there are 17 fruit and vegetable warehouses, 13 of which are unused, that are not registered in Directorate of Van Provincial Agriculture and Forestry, and these were excluded from the research because they were not registered. The most important problems in warehouses were experienced during the Covid-19 pandemic process. Lack of the technical capacity, machinery and equipment, qualified personnel, the marketing problems, maintenance and repair, rent, electricity and water expenses are the main ones. Improvement of its structural properties, modern mechanization device, establishment of unions that will enable warehouse owners to act together, eliminating the lack of qualified personnel with Van Yuzuncu Yil University, one of the most important educational institutions in the region and measures to increase export potential will play an important role in solving the problems.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 10(sp1): 2730-2736, 2022

Van İlindeki Tarım Ürünleri Muhafaza Depoları Üzerine Bir Araştırma

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p>Araştırma Makalesi</p> <p>Geliş : 31.10.2022 Kabul : 01.12.2022</p> <p>Anahtar Kelimeler: Tarımsal yapılar Soğuk hava deposu Gıda muhafaza sorunları Van ili Biyosistem</p>	<p>Bu çalışmada; Van ilinde bulunan soğuk hava depolarının mevcut durumları ve sorunları üzerine çalışılmıştır. Bu doğrultuda Van İl Tarım ve Orman Müdürlüğü'nde kayıtlı olan 21 adet soğuk hava deposuna gidilerek yerinde incelemelerde bulunulmuştur. Soğuk hava depolarının yapısal özellikleri, mekanizasyon durumu, depolanan ürün çeşidi gibi özellikleri değerlendirmeye alınarak sahipleri ile yapılan anketler sonucunda elde edilen bulgular sorunların belirlenmesinde ve çözüm önerilerinde etkili olmuştur. Soğuk hava depolarının 6 tanesi beyaz et ve yumurta, 6 tanesi süt ve süt ürünleri, 6 tanesi kırmızı et ve 3 tanesi de meyve ve sebze deposu olarak kullanılmaktadır. Ayrıca Van İl Tarım ve Orman Müdürlüğü'nde kayıtlı olmayan 13 tanesi atıl durumda olan 17 tane meyve ve sebze deposu bulunmakta olup bunlar kayıtlı olmamaları nedeniyle araştırma dışında tutulmuştur. Depolarda en önemli sorunlar pandemi sürecinde yaşanmıştır. Teknik kapasite, makine ve teçhizat, kalifiye eleman yetersizliği, pazarlama problemleri, bakım ve onarım, kira, elektrik, su giderlerinin karşılanamaması bu sorunlardan başlıcalarıdır. Yapısal özelliklerinin iyileştirilmesi, modern mekanizasyon tertibatı, depo sahiplerinin beraber hareket etmelerini sağlayacak birliklerin kurulması, yörenin en önemli eğitim kurumlarından biri olan Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi ile kalifiye eleman eksikliğinin giderilmesi ve ihracat potansiyelini artıracak önlemler sorunların giderilmesinde önemli rol oynayacaktır.</p>

^a sirinunal@yyu.edu.tr
^c kabay981@gmail.com

^{id} <http://orcid.org/0000-0001-6232-0067>
^{id} <http://orcid.org/0000-0001-8833-2832>

^b sedat.karaman@gop.edu.tr ^{id} <http://orcid.org/0000-0003-3986-5944>



This work is licensed under Creative Commons Attribution 4.0 International License

Giriş

Depolama, genel olarak bir ürünün sahip olduğu özellikleri ve kalitesini belli bir süre korumaktır. Ürünün, başlangıçtaki kalitesini mümkün olduğunca korumak ve bozulmasına neden olabilecek etkileri minimum düzeyde tutmak için gerekli koşulları sağlamak depolamanın amacıdır (Dizlek, 2012). İnsanoğlu, tarım devriminin başlamasının ardından elde ettiği tarımsal ürünlerinin bir süre sonra bozulduğunu fark etmiş ve bunu önlemenin yollarını aramıştır. Tüketilemeyen ürünler karların altında, toprağın derinliklerinde ve serin mağaralarda saklanmaya başlanmıştır (Rezaei ve ark., 2020). 1800'lü yıllarda mekanik soğutma devrelerinin geliştirilmesi ile endüstriyel soğutmaya geçilmiştir. 19. yy sonları ve 20. yy başlarında Avrupa ve özellikle Amerika'da gıdaların depolanmasında mekanik sistemlerle soğutulan soğuk depoların yapımına başlanmıştır. Bu depolardan verim alınmasının ardından Amerika başta olmak üzere Avrupa ülkelerinde soğuk depoculuk geliştirilerek yaygınlaşmıştır (Türk ve Karaca, 2015).

Ülkemizde 2. Dünya Savaşı'ndan sonra gıda maddelerinin depolanması ticari olarak önem kazanmaya başlamıştır. Soğutma ve soğuk depoculuk endüstriyel kalkınmamızda önemli bir yere sahiptir (Nizamlioğlu ve Gökmen, 2017). Soğuk depolamanın ilk yıllarında ülkemizde et ve süt ürünlerinin depolanma teknolojisi tahıl ürünlerinin depolanma teknolojisine oranla daha fazla gelişmiştir. 1962 yılında Hollanda orjinli Grasso teknolojisi ile Türkiye, tarım ürünlerinin depolanmasında yeni bir ivme kazanmış ve soğuk depolama teknolojisine önemli ölçüde gereksinim duyan Türkiye Süt Endüstrisi Kurumu (TSEK) adında bir kamu kuruluşu açılarak soğuk hava depoları yapılmıştır (Sargın ve Okudum, 2014).

Soğuk hava depolarının yapısal özellikleri, muhafaza edilecek gıdaların uzun süre saklanabilmesi için oldukça önemlidir. Depoların izolasyonu genellikle poliüretan sandviç paneller ile sağlanmaktadır (Berber, 2019). Hermetik ya da yarı hermetik soğutma cihazları kullanılarak depo içerisine evaporatörler yerleştirilir ve soğutma gerçekleşir (Baş, 2021). Soğuk hava deposu inşa ederken, deponun konumuna, alt yapı tesislerinin mevcut olmasına, izolasyonuna, üretim alanı ile tüketim alanı arasındaki mesafeye, deponun büyüklüğüne, soğuk odaların yerleşim yönüne, koridorların ürün taşınımına ve boşaltımına uygun genişlikte yapılmasına ve soğutma için gerekli tüm ekipmanların yeterliliğine dikkat edilmelidir (Ekmeçyapar, 2001). Depolarda kullanılacak yalıtım malzemesinin kalitesi oldukça önemlidir. Yalıtımın iyi olması soğuk hava deposunun karlı, sürekli ve kaliteli depolama yapılmasını sağlamaktadır. Bu kapsamda soğuk hava depolarında kullanılacak iki tip yalıtım bulunmaktadır. Birinci tip yalıtım klasik soğuk depo yalıtımıdır ve bu yalıtım türü köpük plakalar (EPS, min. 20 kg.m⁻³ yoğunlukta), sıkıştırılmış köpük plakalar (XPS, 25-35 kg.m⁻³ yoğunlukta) ve poliüretan plakalar (35-42 kg.m⁻³ yoğunlukta) malzemeleri kullanılarak yapılmaktadır. İkinci tip yalıtım ise modern yöntem poliüretan dolgu panel (PU) uygulamasıdır (Berber, 2019).

Günümüzde kullanılan soğuk hava depoları geleneksel doğal depolar, termik makinelerle soğutulan normal atmosferli depolar ve kontrollü atmosferli depolar olmak üzere üçe ayrılır (Tarımcı, 2020). Geleneksel doğal depolar, genellikle sonbaharda hasat edilen ürünlerin

depolanmasını sağlar. Hava sıcaklığının azaldığı zaman dilimlerinde dışarıdaki soğuk hava depo fanları aracılığıyla depo içine alınarak sıcaklık düşürülmektedir. Sıcaklığın düşmesi sonucunda depo içerisinde bulunan nispi nem azalmaya başlar. Depo içi nemlendirilir. Dış sıcaklık 0°C'nin altına düştüğünde ise tekrar ısıtma işlemi yapılmaktadır. Mağaralar bu depo tipine örnektir. Yağışların ardından mağara boşluklarına su dolmaktadır ve böylece mağara içinde doğal olarak nemli ortam oluşmaktadır. Mağara sıcaklığı yıl içinde 4-10°C arasında ve nispi nemi ise %80-90 civarında olacak şekilde korunmaktadır. Bu tip depoların havalandırması 5-6 m aralıklarla açılan pencere veya bacalarla sağlanmaktadır. Ayrıca mağara içine damlayan su yapay çatılar yardımıyla ürünlerden uzaklaştırılmaktadır (Yılmaz ve Yılmaz, 2020). Termik makinelerle soğutulan depolarda soğutma, elektrikle çalışan kapasitesi yüksek soğutucularla yapılmaktadır. Bu soğutucularda bulunan çeşitli gazlar (R12, R22, R123, R134a, R410a vb.) ısının düşmesini sağlamaktadır. Yalıtımı sağlanmış ve temiz depolarda ürünler kasalar yardımıyla depolanır. Sıcaklık ve nem seviyesi istenilen düzeyde ayarlanır. Bu tip depolarda normal atmosfer gazları olan %78 azot, %21 oksijen ve %0,03 karbondioksit bulunmaktadır. Depolanan meyve ve sebzeler canlı organizmalar bulundurduğundan solunum ile ortama etilen, karbondioksit, alfa-farnasen gibi uçucu bileşikler ve gazlar salgırlar. Bu maddelerin ortamda birikmesi sonucunda fizyolojik ve patolojik bozulmalar meydana gelir. Depoların havalandırılması bu noktada çok önemlidir. havalandırma sistemi çeşitli sensörlerden oluşmaktadır. Ortamdaki zararlı gazlar belli bir seviyeye çıktığında mevcut havalandırma sistemi devreye girmektedir (Davenne and Peters, 2020). Kontrollü atmosferli depolarda ise normal atmosfer gazlarından farklı olarak değiştirilmiş atmosfer koşullarıyla ortam ayarlanmaktadır. Bu tip depolarda oksijen seviyesi azaltılırken karbondioksit seviyesi artırılır. Ayrıca depolanacak ürüne göre oksijen ve karbondioksit seviyeleri değiştirilmektedir. Bu işlemin amacı metabolizma hızını yavaşlatmaktır. Bu depolama tipi normal atmosferli depolamaya göre çok daha etkili olmaktadır (Mditshwa ve ark., 2018).

Soğuk hava depolarında muhafaza edilecek her ürünün farklı saklama sıcaklığı bulunmaktadır. Bu amaçla depolar sıcaklık değerlerine göre şu şekilde sınıflandırılmaktadır. Serin depolama 8-15°C arasında, soğuk depolama 2-8 °C arasında, buzdolabı depolama -4 ile 2°C arasında, donuk depolama -40 ile 0°C arasında ve şoklama ise -70 ile -40°C arasında değişmektedir (Yang ve ark., 2021). Soğutma teknolojisinde kullanılan en yaygın yöntemlerden biri soğutucu akışkanların kullanılmasıdır. Soğutucu akışkanlar, uygulanabilir basınçlar altında buharlaşmalı, kimyasal olarak ayrışmamalı ve yanmamalı, zehirli olmamalı, metal yüzeyler ile tepkimeye girmemeli, düşük güçlerde çalışabilmeli, maliyeti düşük olmalı ve kolay temin edilebilmelidir. Amonyak ve freon grubu en yaygın kullanılan soğutucu akışkanlardır (Berber, 2019).

Yiyecekler saklama koşullarına göre belirli raf ömrüne sahiptirler. Tavuk yumurtası, bu kapsamda çok çabuk bozulma özelliğine sahip yiyecek grubundadır. Yanlış şekillerde muhafaza edilen yumurtalarda *Salmonella*

denilen önemli bir bakteri türü oluşur ve gıda zehirlenmesine yol açabilir (Eke ve ark., 2013). Soğuk hava depolarına konulacak yumurtalar, yeni, temiz, kuru ve yabancı kokulardan uzak şekilde ambalajlara bırakılmalıdır. Çeşitli darbelerden, doğrudan güneş ışığından ve büyük sıcaklık dalgalanmalarından uzak tutulmalıdır. Çatlamış ve kırılmış yumurtalar depolanmamalıdır. Yumurta, yumurtlama tarihinden sonraki 18. günden itibaren 5°C ile 8°C arasında muhafaza edilmelidir (TSE, 2015). Depolara bırakılan yumurta ambalajları arasında yeterli hava akımı sağlanmalıdır. Ancak ambalajların üzerine direkt hava gelmemelidir. Hem depolama süresini uzatmak hem de kalite kaybını önlemek amacıyla soğuk hava depolarının sıcaklığı -1°C ile -2°C arasında ve nispi nem ise en az %90 olmalıdır. Bu şekilde uygun şartlar sağlanırsa yumurtalar depolarda 6-7 aya kadar muhafaza edilebilir. Ticari amaçlı olarak ise 6 ay ve daha fazla muhafaza etmek için depo sıcaklığı -1°C ile 0°C arasında ve nispi nemi ise %70-80 olarak uygulanabilir. Ayrıca soğuk depolamada kalite kaybını en aza indirmek ve muhafaza süresini uzatmak amacıyla yumurta kabukları yağla kaplanıp depolanır. Bu işlem için kullanılan yağlar renksiz ve kokusuz madeni yağlardır. Yumurta, temiz ve kuru bir şekilde yağa batırılır ya da yağ yumurta üzerine püskürtülür ve böylece kabuk yağla kaplanmış olur. Kullanılan yağın sıcaklığı yumurta sıcaklığından birkaç derece yüksek olmalıdır. Yumurtayı bir nevi pastörize etmek için ise 60°C sıcaklıktaki suya ya da yağa 15 dak. bırakılabilir. Bu işlemlerin ardından yumurtalar soğutulurak depolara alınır. Depoda bulunan aşırı nemin yumurtalarda küf oluşturmaması için uygun havalandırma sistemleri bulunmalıdır. Uygun nem miktarının korunması için de depo içi hava sirkülasyonunun sağlanması büyük önem taşır. Yumurtalar, tüketiciye ulaştırılması aşamasında soğuk depolardan çıkarıldıktan sonra ortam sıcaklığında çok bekletilmemelidir. Bekleme esnasında kabukta oluşan kondense su mikroorganizmaların hızlı şekilde üremesine neden olur. Bu nedenle soğuk zincir tüketiciye ulaşmaya kadar korunmalıdır. Saklama esnasında ise atmosfere ozon ve CO₂ gazı verilerek raf ömrü uzatılabilir. Yumurta depolanan soğuk hava depolarının izolasyonu 80 mm kalınlığında poliüretan sandviç panel ve mantolama sistemi ile sağlanır (Yüceer ve ark., 2017). Ayrıca satış esnasında da hijyenik olmayan malzemeler (yaprak, saman vb.) içerisinde satılmamalıdır (TSE, 2015).

Tavuk eti depolama işleminde, tavuk kesimi yapıldıktan yaklaşık 2-3 saat içerisinde etler 0°C ile 4°C arasında soğutulmalı ve paketlenmelidir. Tavuk eti, iki farklı yöntemle depolanabilir. İlk yöntemde tavuk eti, 0°C ile 4°C arasında soğutulurak depolanmaktadır ve bu şekilde yaklaşık 2 hafta boyunca saklanmaktadır. İkincisi yöntemde ise tavuk eti -35°C ile -40°C arasında şoklandıktan sonra -18°C' de depolanmaktadır ve yaklaşık olarak 6-24 ay arası muhafaza edilmektedir (Yimenu ve ark., 2019).

Meyve ve sebzelerin uzun süre depolanabilmesi için uygulanması gereken en iyi yöntem dondurma işlemidir. Dondurma işlemi ile meyve ve sebzelerin rengi, aroması ve besin değeri korunmaktadır. Meyve ve sebzelerde hasat işleminden sonra kimyasal, biyokimyasal ve mikrobiyolojik değişimler oluşmaya devam etmektedir. Bu oluşumlar dondurma işlemi ile en aza indirilmektedir ya da tamamen durdurulmaktadır. Dondurma işleminden kaliteli

bir verim alınmak isteniyorsa taze ve kaliteli meyve ve sebze kullanımına dikkat edilmelidir. Ürünlerin türleri, olgunluk durumları, uygulanan bir takım ön işlemler, ambalaj çeşitleri ve dondurma dereceleri de bu kapsamda önem arz etmektedir. Ürünlerin dondurulması işleminde, ürün sıcaklığı donma noktasının altındaki bir sıcaklığa (genellikle -18°C) düşürülmektedir. Meyve ve sebzelerin bazı türleri dondurma işlemi esnasında daha fazla kalite kaybetmektedir. Dondurma işlemine uygun olan başlıca meyve ve sebzeler çilek, vişne, patates, yeşil ve kırmızıbiber, domates, fasulye ve bezelye olarak sayılabilir (Demiray ve Tülek, 2010). Meyve ve sebze depoları, -10°C ile +16°C sıcaklık aralığında muhafaza edilmektedir. Depo izolasyonu için 80 mm kalınlığında poliüretan sandviç panel kullanılmaktadır. Sıcaklık değerlerinin geniş aralıklarda olmasının sebebi meyve ve sebze çeşitliliğinin fazla olması ve her türün farklı sıcaklık değeri istemesidir (Ekmekyapar, 2001).

Et ve et ürünleri için uygulanan en etkili depolama yöntemi soğutma ve dondurmadır. Et, -1,5°C ile -1,7°C arasında bir donma noktasına sahiptir. Isısı donma noktası altına düşen et donmaktadır. Etlerin muhafaza süreleri donmanın derecesine ve şekline bağlı olarak değişmektedir. Yavaş veya basamaklı soğutmada kesimden sonra karkaslar ilk olarak askı odalarına alınarak birkaç saat bekletilir. Bekletilen karkaslar ön soğutma deposuna alınarak 15°C'ye kadar soğutulur ve 0-4°C'lik soğuk depolara gönderilir. Bu soğutma türünde soğutma süresi oldukça uzun sürmektedir. Hızlı soğutmada kesimden sonra karkaslar -1°C ile 2°C'lik soğuk hava depolarına alınmaktadır. Deponun bağıl nemi % 85-90 arasındadır. Hava akımına bağlı olarak soğutma süresi değişiklik göstermektedir. Çok hızlı soğutma iki aşamadan oluşmaktadır. İlk olarak sıcaklık, etin donma noktasının altında -3°C ile -8°C arasındadır, bağıl nem %90'dır ve hava akım hızı 2-4 m.s⁻¹ arasındadır. Bu aşamada yaklaşık iki saat bekletilen etler, sıcaklığın 0°C ve hava akım hızının 0.1 m.s⁻¹ olduğu depolara alınmaktadır. Asıl soğutma işlemi soğutma tüneli adı verilen bölümde gerçekleştirilir. Burada bağıl nem %95 ve hava akım hızı 1 m.s⁻¹ değerindedir. Yaklaşık 2,5 saat bekletildikten sonra ise 0°C'ye aktarılmaktadır (Coombs ve ark., 2017).

Çiğ süt sağımdan hemen sonra hijyenik bir yerde toplanmalıdır. Süt, günlük toplanmayacaksa 6°C' nin altında, günlük toplanacaksa 8°C' nin altında, sağımdan sonra iki saat içinde toplanmayacaksa 8°C' de soğutulmalıdır. İşleme ve üretim tesisine taşınması hemen gerçekleşmediyse taşınma esnasında ısısının 10°C'yi geçmemesi gerekmektedir. Sütün depolandığı alanlar, depolama tankları ve diğer ekipmanlar kolay temizlenebilmeli, korozyona karşı dirençli olmalı ve zararlı maddelerin geçemeyeceği şekilde tasarlanmalıdır. Havalandırma ve aydınlatmanın koşullara uygun olması sağlanmalıdır (Günhan ve ark., 2006).

Bu çalışmada; Van ilinde bulunan ve Van İl Tarım ve Orman Müdürlüğü'nde kayıtlı olan 21 adet soğuk hava deposunun yapısal ve teknik özellikleri Soğuk hava depolarına ilişkin kriterler dikkate alınarak araştırılmış olup depolar yerinde incelenerek depo sahipleri ve çalışanlar ile yapılan anketler sonucunda mevcut durumları değerlendirilmiştir. Araştırma sonucunda Van ilindeki soğuk hava depolarının sorunları ele alınmış olup çözüm önerileri sunulmuştur.

Materyal ve Yöntem

Araştırmanın yapıldığı tarım ürünleri muhafaza depolarının belirlenmesinde Van ilinde bulunan işletmeler Van İl Tarım ve Orman Müdürlüğü 2022 yılı kayıtlarındaki mevcut soğuk hava depolarından seçilmiştir. Van ili ve belirlenen 21 adet soğuk hava deposu çalışmanın materyalini oluşturmaktadır. İlde bulunan tarım ürünleri muhafaza depolarının mevcut durumu ve sorunları araştırılarak çözüm önerilerinin geliştirilmesi hedeflenmiştir.

Van ili, Doğu Anadolu Bölgesinde 37°43' ve 39°26' kuzey enlemleri ile 42°40' ve 44°30' doğu boylamları arasında bulunmaktadır (MGM, 2022). Van ili her ne kadar

karasal iklime sahip olsa da Van Gölü'nün bulunması sebebiyle iklim daha yumuşaktır (Cakmakci ve ark., 2016). Van iline ait uzun yıllar iklim verileri çizelge 1'de verilmiştir.

Tespit edilen işletmelerde depo sahipleri ve çalışanlar ile yüz yüze görüşmeler gerçekleştirilmiş olup soğuk hava depolarına ilişkin bilgiler ve yaşanan sorunlar anket çalışması yöntemiyle saptanmıştır. Bu kapsamda soğuk hava depolarının teknik özellikleri, depolanan ürün çeşitleri, kullanım koşulları literatür verileri ışığında irdelenmiş olup anket sonuçları SPSS programında analiz edilerek değerlendirilmiştir.

Çizelge 1. Van İli İklim Verileri (MGM, 2022)

Table 1. Van Province Climate Data (MGM, 2022)

Aylar	Oca.	Şub.	Mrt.	Nis.	May.	Haz.	Tem.	Ağs.	Ey.	Ek.	Kas.	Ara.
En yüksek sıcaklık (°C)	12,6	14,3	22,7	27,2	28,3	33,2	37,5	36,7	35,0	28,8	20,1	15,5
Ortalama en yüksek sıcaklık (°C)	1,9	2,6	6,6	12,9	18,4	23,8	28,1	28,2	24,1	17,2	10,0	4,4
Ortalama sıcaklık (°C)	-3,5	-2,8	1,5	7,8	13,1	18,2	22,2	21,9	17,2	10,7	4,3	-0,8
Ortalama en düşük sıcaklık (°C)	-7,7	-7,2	-2,8	2,8	7,0	10,8	14,6	14,6	10,8	5,7	0,2	-4,7
En düşük sıcaklık (°C)	-28,7	-28,2	-22,7	-17,5	-1,5	-2,6	3,6	6,6	-0,1	-7,5	-20,5	-21,3
Ortalama yağış (mm)	33,0	33,5	45,7	55,1	46,9	18,2	5,4	4,0	14,3	46,3	47,8	37,2

Bulgular ve Tartışma

Araştırmamızda Van İlinde 38 adet tarım ürünleri muhafaza depolarının mevcut olduğu sonucuna varılmıştır. Bu depolardan 21 tanesi çalışmamıza dâhil edilmiş olup 17 tanesi araştırma dışında tutulmuştur. Çalışmamıza dahil edilmeyen 13 tanesi atıl 4 tanesi aktif durumda olan depoların resmi envanterlerde kayıtlı olmadığı görülmüştür. Bu nedenle Van İl Tarım ve Orman Müdürlüğü kayıtlarında bulunan toplam soğuk hava depolarının yaklaşık %55'i yani 21 tanesi değerlendirmeye alınmıştır. Araştırmamıza konu olan resmi envanterlerde kayıtlı 21 soğuk hava deposunun 14 tanesi (%66) İpekyolu, Tuşba ve Edremit merkez ilçelerini kapsayan bölgelerde, 5 tanesi il merkezine 101 km mesafede bulunan Erciş ilçesinde, 1 tanesi 60 km mesafedeki Gürpınar ilçesinde, 1 tanesi ise 97 km mesafedeki Çaldıran ilçesinde inşa edilmiştir.

Tarımsal faaliyetlerden hayvancılığın yoğun olarak yapıldığı Van ilinde soğuk hava depolarının yapımı 1980 öncesine dayanmasına karşın 1999'a kadar yapılmış olan soğuk hava depoları çeşitli sebeplerle depo özelliklerini kaybetmiş bir kısmı hiç kullanılmamakta bir kısmı da farklı amaçlarla kullanılmaktadır. Araştırmamıza dahil edilen muhafaza depolarının ilki 1999 yılında süt ve süt ürünlerinin depolanması amacıyla kurulmuştur. Depoların %52,3'ü 2011 depreminden sonra %47,7'si 2011 öncesinde yapılmıştır. Özellikle 2011 depreminden sonra inşa edilen depoların %40'ı Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu tarafından desteklenerek açılmıştır. Depoların yaklaşık %25'i başlangıçta banka kredisi desteği, Van Ticaret ve Sanayi Odası ve Avrupa Birliği gibi kurumların teşviklerinden yararlanıp daha sonra yine bu kuruluşlardan kapasite artırımı desteği almışlardır. 2016 yılından sonra kurulan 6 işletmeye ait soğuk hava deposu Tarım ve Orman Bakanlığı Kırsal Kalkınmayı Destekleme Programı dâhilinde %50 hibe destekli olarak inşa edilmiştir. Depoların %42,6'sı herhangi bir resmi ya da özel kuruluşlardan teşvik veya destek alınmadan işletme

sahiplerinin kendi olanakları ile yapmış oldukları tarım ürünleri muhafaza depolarıdır. Araştırılan depoların %23,8'i şahsa ait, %23,8'i aile şirketinin, %23,8'i ortaklardan oluşan şirketin, %47,7'si şahısların, %4,7'si kooperatifin idaresinde ve kontrolünde faaliyet göstermektedir.

İşletmecilerin yaş ortalamaları incelendiğinde %14,3'ünün 25-35, %47,7'sinin 36-45, %23,7'sinin 46-55, %14,3'ünün 56-65 yaş aralıklarında olduğu görülmüştür. Depo sahiplerinin meslek gruplarına bakıldığında %4,7'si Akademisyen, %4,7'si Veteriner Hekim, %4,7'si Gıda Mühendisi, %4,7'si Ziraat Mühendisi, %33,3'ü Esnaf, %14,2'si Sanayici, %14,2'si Çiftçi, %19,5'inin Serbest meslek ile uğraştıkları saptanmıştır. İşletme sahiplerinin eğitim durumlarına ilişkin verilerin analizinde %14,3'ünün İlkokul, %19'unun Ortaokul, %47,5'inin Lise, %9,5'inin Lisans, %9,5'inin Lisansüstü eğitim seviyelerine sahip oldukları belirlenmiştir (Çizelge 2).

Çalışmamızda depoların kapasitelerinin 10 ile 5000 ton arasında olduğu tespit edilmiştir. Bunların %38'i 10 ile 50, %14,3'ü 50 ile 100, %42,8'i 100 ile 1000, %4,9'u ise 1000 ile 5000 ton kapasiteli depolardır (Çizelge 3). Ancak bunlardan sadece 3 tanesi tam kapasite ile çalışmaktadır. Bu depolardan biri Van İlinin en büyük yumurta üreticilerinden biri olan işletmeye, diğeri yörenin en büyük domates ve salatalık üreticilerinden biri olan Çaldıran Seracılık işletmesi üçüncüsü ise Van Organize Sanayi Bölgesinde bulunan kırmızı et depolaması yapan işletmeye aittir (Resim 1). Yıllık ortalama olarak depoların %4,7'si %0-10, %4,7'si %11-20, %19'u %21-50, %28,5'i %51-75, %43,1'i %76-100 kapasitede çalışmaktadır. Depoların tam kapasite ile hizmet vermemesinin nedenleri sorulduğunda işletme sahiplerinin %14,2'si ürün yetersizliği, %38,1'i pazarlama problemleri, %38,1'i maliyetin yüksek olması ve %9,6'sı ise bunun nedeninin pandeminin etkileri olduğunu belirtmişlerdir (Çizelge 3).

Çizelge 2. Tarım ürünleri muhafaza depoları sahiplerinin yaşları, meslek grupları ve eğitim düzeyleri dağılımı

Table 2. Age, profession groups and education level distribution of cold storage storage owners

Yaş	%	Meslek grubu	%	Eğitim düzeyi	%
25-35	14,3	Akademisyen	4,7	İlkokul	14,3
36-45	47,7	Veteriner Hekim	4,7	Ortaokul	19,0
46-55	23,7	Gıda Mühendisi	4,7	Lise	47,5
56-65	14,3	Ziraat Mühendisi	4,7	Lisans	9,5
		Esnaf	33,3	Lisansüstü	9,5
		Sanayici	14,2		
		Çiftçi	14,2		
		Serbest meslek	19,5		

Çizelge 3. Tarım ürünleri muhafaza depolarının etkili kapasiteleri ve nedenleri

Table 3. Effective capacities and reasons of agricultural products storage warehouses

Kapasite (ton)	%	Etkili Kapasite (%)	%	Neden	%
10-50	38	0-10	4,7	Ürün yetersizliği	14,2
50-100	14,3	11-20	4,7	Pazarlama problemleri	38,1
100-1000	42,8	21-50	19	Maliyetin fazla olması	38,1
1000-5000	4,9	51-75	28,5	Pandeminin etkileri	9,6
		76-100	43,1		

Resim 1. Van İlinde tam kapasite çalışan soğuk hava depoları
Figure 1. Cold storages operating at full capacity in Van

İşletme sahiplerinin %52,3'ü Van İlinde bulunan soğuk hava depolarının yeterli olduğunu hatta fazla bile geldiğini belirtirken %47,7'si meyve ve sebze üretim sezonlarının yoğun olduğu dönemlerde özellikle meyve ve sebzelerin depolanmasında yetersiz kaldığını buna karşın kış mevsiminde depoların boş kaldığını ve farklı amaçlarda kullanılmak üzere kiraya verdiklerini ifade etmişlerdir. Depolama işlemlerinde işletmelerin %28,5'i askı sistemi %71,5'i palet üzerinde biriktirme ve ambalajlama yöntemlerini kullanmaktadırlar. Soğutucu olarak depoların %61,9'unda Freon 64, %23,8'inde Amonyak gazı kullanılmakta olduğunu belirten işletmecilerden %14,3'ü hangi gazın kullanıldığını bilmediklerini söylemişlerdir. İşletmeciler işletmelerin %19,2'sinin aylık masrafının 7-10 bin TL, %66,6'sının 25-40 bin TL, %14,2'sünün 90-100 bin TL arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Ürünlerin ithalat ve ihracat durumlarının iç piyasa üzerinde değerlendirildiği işletme sahipleri tarafından ifade edilmiştir.

Depoların Yapısal ve Teknik Özellikleri

Soğuk hava depolarından 2 tanesi 1000-2000 m², 9 tanesi 750-1000 m², 4 tanesi 500-750 m², 3 tanesi 250-500 m², 2 tanesi 100-250 m² arasında değişen alanlara sahipken 1 tanesi ise 100 m²'den daha küçük olduğu saptanmıştır. 7 adet depoda tam otomatik, 5 adet depoda manuel kontrol edilebilir otomatik, 7 adet depoda manuel havalandırma sistemleri kullanılmakta olup 2 işletmede havalandırma kullanılmamaktadır. Ekmeyapar (2001)'de belirtilen soğuk hava depolarında havalandırma etkinliği kriterlerine göre havalandırmanın yapılamadığı işletmelerde havalandırma

sistemleri düşünülmelidir. Depoların hemen hepsi ulaşım problemlerinin yaşanmayacağı yerlerde konumlandırıldığını belirtmişlerdir. İzolasyon durumları değerlendirildiğinde 13 adet depoda 8-12 cm aralığında değişen soğuk panel soğutma sisteminin, 8 adet depoda ise mantolama sisteminin uygulandığı görülmüştür. Çatı sıcaklık ve nem izolasyonu bütün depolarda yapılmıştır. Zemin durumları incelendiğinde 10 deponun zeminin fayans kaplama, 7 deponun beton üstü epoksi kaplama, 4 deponun ise helikopter beton zeminden oluştuğu sonucuna varılmıştır (Çizelge 4). Depoların izolasyon durumları ve zemin kaplama özellikleri Berber (2019)'da ifade edilen soğuk hava depolarında izolasyon ve zemin kaplama prensiplerini karşılamaktadır.

Van ilinde araştırmamıza konu olan soğuk hava depolarından kırmızı et, beyaz et ve yumurta ile süt ve süt ürünlerinin depolanması amacıyla kullanılan depoların yılın 12 ayında aktif hizmet verdikleri, meyve ve sebze depolanması amacıyla kullanılan depolardan yalnızca Çaldıran ilçesinde bulunan Çaldıran seracılığa ait deponun yılın tamamında kullanıldığı tespit edilmiştir. Burada yılın tüm iklim sezonları boyunca domates ve salatalık üretiminin yapılması deponun sürekli kullanılmasına olanak sağlamaktadır. Diğer meyve ve sebze depolarından birinin yılın 6 ayında %90-100 doluluk oranında çalıştığı, 3 ayında %40-60 doluluk oranında aktif olduğu, 3 ayında ise tamamen boş kaldığı işletmeciler tarafından belirtilmiştir. Özellikle tamamen boş kaldığı sezonlarda unlu mamullerin depolanması için kiraya verdikleri belirtilmiştir.

İşletmelerin %66,6'sında ürünler ön soğutma işlemine tabi tutulmakta %33,7'sinde ön soğutma işlemi uygulanmamaktadır. Depoların %80,9'unda ürünler sandviç panellerle ayrılmış grup bölmeli ayrı odalarda depolanmakta olup %19,1'inde bölünmemiş tüm alanda depolama yapılmaktadır. Van ilinde araştırılan tarım ürünleri muhafaza depolarının %71,4'ünde kalite kontrol birimlerinin bulunduğu ve kalite kontrollerinin yapıldığı bildirilmiştir. Depoların tamamında iç sıcaklık +4°C ile -18 °C arasında çalıştırılmaktadır. %52,3'ünde şoklama ünitesi bulunmakta olup burada -40 °C'de şoklama yaparak ürünler bir yıl boyunca muhafaza edilebilmektedir. Depolarda kullanılan soğutucu mekanizasyon sistemlerinin Yüceer (2016), Yimenu (2019) ve Baş (2021)'de belirtilen gıdaların raf ömrünün artırılmasında dikkat edilmesi gereken çevre koşullarını sağladığı gözlemlenmiştir. Depolardan yalnızca 5 tanesi yaklaşık %23,8'i kontrollü atmosferli depolar olarak inşa edilmişlerdir. %4,7'si (1 tane) geleneksel doğal depo, 15 tanesi %71,5'i termik makinelerle soğutulan normal

atmosferli depolar olarak yapılmışlardır (Çizelge 4). İşletmecilerin %85'i kontrollü atmosferli depolarda ürün depolama konusunda gerekli bilgi ve beceriye sahip olduklarını belirtmişlerdir. Bu oran Van'da üreticilerin tarım ürünlerinin muhafazasının önemine ilişkin ciddi düzeyde bilinçlendirildiklerini göstermektedir. Özellikle kontrollü atmosferli depolarda tarım ürünü muhafaza eden işletmelerde bu bilincin yaygınlaştırılması için çalışanlarına yıl içerisinde belirli periyotlarda Akademisyenlerden ve alanında uzman kişilerden destek alarak eğitim seminerleri düzenlediklerini ifade etmişlerdir. Depoculuğun Van'daki sürecine bu açıdan bakıldığında teknik, teorik ve pratikte giderek daha da geliştiği gözlemlenmiştir. Depoların %80,9'unda periyodik olarak nem kontrolü yapılmakta ve ayarlanmakta olduğu belirlenmiştir. 5 işletmede nem otomatik olarak ölçümü yapılmakta ve nem havadan otomatik olarak püskürtme ile gerçekleştirilmektedir. Diğer işletmelerde taban ve paletlerin üzerine su serpilerek nemlendirme yapıldığı belirtilmiştir.

Çizelge 4. Tarım ürünleri muhafaza depolarının bazı yapısal özellikleri

Table 4. Some structural features of cold storage

Alan (m ²)	%	Zemin kaplama	%	Depo yapım şekli	%
< 100	4,7	Fayans	47,6	Kontrollü atmosferli	23,8
100-250	9,5	Epoksi	33,3	Geleneksel doğal depo	38,1
250-500	14,3	Beton	19,1	Termik makineli soğutmalı	38,1
500-750	19				
750-1000	43				
> 1000	9,5				

Araştırılan depoların tamamında ürünlerin araçlara kolayca yüklenip taşınması için gerekli boş alanın ve yükleme rampasının bulunduğu gözlemlenmiştir. Depolarda ürünlerin depolanması esnasında ürünler ile duvarlar arası, ürünler arası, paletler arası mesafeye dikkat edildiği vurgulanmıştır. Depoların tamamında belirli periyotlarda havalandırma yapıldığı belirtilmiştir. İşletmelerin %38'inin mekanik havalandırma sistemi, %62'sinin ise mevcut kapılar yardımıyla havalandırıldığı saptanmıştır.

İşletmecilerin hemen hepsi ihracat problemleri nedeniyle iç pazara hizmet verdiklerini ifade etmişlerdir. %57,1'i ürünlerinin Van il dışından geldiğini ilde üretimin çok az olduğunu belirtmişlerdir. Sadece Van Organize Sanayi Bölgesinde bulunan soğuk hava deposu işletmecisi indirimli elektrik giderinden yararlandığı diğerlerinde yüksek elektrik faturası nedeniyle ekonomik problemlerin yaşandığı vurgulanmıştır. Van ilinde soğuk hava depolarına ilişkin sorunların başlıca nedeni olarak; işletmelerin %47,6'sı devlet desteklerinin, %28,6'sı üretimin, %23,8'i kalifiye elemanların yetersizliği üzerinde durmuşlardır. Tüm işletmelerde sıcaklık kontrolü yapılmakta olup işletmelerin %61,9'unda sıcaklık, bağıl nem, depolanan ürün çeşidi ve miktarları bilgisayarlı otomasyon sisteminde kayıt altına alınmakta olduğu belirtilmiştir.

İşletmeciler tarafından ifade edilen soğuk hava depolarında yaşanan olumsuzluklardan biri de ürün kayıplarıdır. Ürün kayıplarına %19 oranında bitkisel hastalık etmenlerinin, %14,2 oranında çevresel (yükleme,

taşınma, indirme) faktörlerinin, %35,9 oranında ürün kalitesinin, %4,6 oranında ürünlerin istiflenmesindeki özensizlik, %4,6 oranında depoların depolamaya uygunsuzluğunun, %21,7 oranında bütün bunların tamamının neden olduğu saptanmıştır.

Sonuç ve Öneriler

Hayvansal ve bitkisel ürünlerin tüketiciye taze olarak ulaştırılması günümüzde insanların gıda gereksinimlerinin karşılanmasında en önemli konulardan biridir. Hayvansal ve bitkisel gıdaların ilk üretim yerlerinden tüketiciye ulaşması ve fazla olan ürünlerin saklanıp daha sonra tüketicilere ihtiyaçları kadar ulaştırılması belli bir zaman almaktadır. Tarım ürünlerinin çeşitlerine bağlı olarak fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini koruyabilmeleri sınırlıdır. Bu sınırların genişletilebilmesi onların saklanma koşullarına bağlıdır. Bu nedenle tarım ürünleri muhafaza depolarının önemi artan nüfus karşısında gittikçe artmaktadır.

Van ili başta hayvansal üretim olmak üzere önemli bir tarımsal üretim potansiyeline sahip şehrimizdir. Ülkemizin küçükbaş hayvan varlığı açısından en zengin ilidir. Oldukça geniş çayır mera coğrafyası ile büyükbaş hayvan yetiştiriciliğine uygun bir topoğrafyaya sahiptir. Başlıca domates, taze fasulye, elma, armut, kayısı, karpuz ve kavun gibi meyve ve sebzelerin yoğun olarak yetiştirildiği önemli bir bitkisel üretim arazi varlığının merkezlerinden birini oluşturur. Kümes hayvancılığı da özellikle yumurta tavukçuluğu bölgedeki diğer illere nazaran büyük ölçekli

işletmeler olarak daha yaygın bir şekilde yapılmaktadır. Bu nedenle yörede kırmızı et, süt ve süt ürünleri üretimi, beyaz et ve yumurta üreticiliği ile bitkisel üretim gelir kaynağı açısından çok önemli yer tutmaktadır. Bu durum ürünlerin depolanarak kullanım sürelerinin uzatılmasını gerektirmektedir. İlde modern tarım ürünleri muhafaza depolarının varlığı da yeterli sayıda ve kapasitede mevcuttur. Soğuk hava deposu işletmelerinin yaşadığı bazı problemlerin varlığı da araştırmalarımızın sonucunda tespit edilmiştir. Saptanan problemlerin çözümüne yönelik önerilerin oluşturulması, ildeki soğuk hava depolarının iyileştirilmesine, soğuk hava deposu işletmeciliğinin gelişmesine, yöre insanının gelir düzeyinin artmasına, toplumun sosyo-kültürel açıdan kalkınmasına katkıda bulunacaktır.

Tarımsal ürünler soğuk hava depolarında muhafaza edilirken ürünlerin uzun süre özelliklerini koruyabilmelerini doğrudan etkileyen depo içi sıcaklığı, bağıl nem, hava sirkülasyonu ve havalandırma gibi çevre koşullarının ürün isteklerine göre ayarlanmasında görülen yanlış uygulamalar, kalifiye eleman eksikliği, maliyetin yüksek oluşu, başta elektrik giderleri olmak üzere bakım ve onarım masrafların fazla oluşu, son yıllarda kendisini daha çok gösteren hayvansal ve bitkisel ürünlerdeki fiyat artışları, hayvansal ve bitkisel ürün üreticilerinin giderek azalması nedeniyle yetersiz kalan ürünlerin il dışından getirilmesi, soğuk hava deposu işletmecilerinin birlikte hareket edebilecekleri bir kooperatifin olmaması, ihracat problemleri nedeniyle sermayenin yalnızca iç pazarda hareketli olması, işletmecilerin ve çalışanların problemlerinin çözümü için destek bulacakları kuruluşların yetersizliği tespit edilen başlıca sorunlardır. Bu sorunların çözüme kavuşmasında başta işletmecilerin, Sanayi ve Ticaret Odasının, İl ve İlçe Belediyelerinin, Van İl Tarım ve Orman Müdürlüğü'nün, Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu (TKDK)'nin, Tarım Kredi Kooperatiflerinin ve yörenin en önemli eğitim kurumu olan Van Yüzüncü Yıl Üniversitesinin işbirliği içinde olması gerekmektedir.

Kaynaklar

Baş F. 2021. İç Isı Değiştirici Kullanılan Havadan Suyu Isı Pompasının Performansının R404a ve R407c Soğutucu Akışkanları İçin Deneysel Olarak İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli, Türkiye.

Berber M. 2019. İstanbul İli Anadolu Yakasındaki Soğuk Hava Depo İşletmelerinin Mevcut Durumu ve Yapısal Özelliklerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ, Türkiye.

Coombs CEO, Holman BWB, Holman MA, Hopkins DL. 2017. Long-term Red Meat Preservation Using Chilled and Frozen Storage Combinations: A Review. *Meat Science*, 125, 84-94. doi: 10.1016/j.meatsci.2016.11.025

Çakmakçı T, Şahin Ü, Kuşlu Y, Kızıloğlu FM, Tüfenkçi Ş, Okuroğlu M. 2016. Van İli Tarım Alanlarında Temiz ve Atık su Kaynaklarının Yönetimi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26(4), 662-667.

Davenne TR, Peters BM. 2020. An Analysis of Pumped Thermal Energy Storage with De-coupled Thermal Stores. *Frontiers in Energy Research*, 8, 160. doi: 10.3389/fenrg.2020.00160

Demiray E, Tülek Y. 2010. Donmuş Muhafaza Sırasında Meyve ve Sebze Oluşan Kalite Değişimleri. *Akademik Gıda*, 8(2): 36-44.

Dizlek H. 2012. Depolama Sırasında Tahıllarda Meydana Gelen Fiziksel ve Kimyasal Değişiklikler. *Gıda ve Yem Bilimi-Teknoloji Dergisi*, 12, 49-57.

Eke MO, Olaitan NI, Ochefu JH. 2013. Effect of Storage Conditions on the Quality Attributes of Shell (Table) Eggs. *Nigerian Food Journal*, 31, 18-24. doi: 10.1016/S0189-7241(15)30072-2

Ekmekyapar T. 2001. Tarımsal Yapılar. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Ders Yayınları, No:204, Erzurum.

Günhan T, Demir V, Bilgen H. 2006. Çiftlik Tipi Süt Soğutma Tanklarının Performans Değerlerinin Deneysel Olarak Belirlenmesi. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 2(4): 369-379.

Nizamlıoğlu NM, Gökmen S. 2017. Karaman İlindeki Soğuk Depolarının Mevcut Durumu, Sorunları ve Çözüm Önerileri. *Derim*, 34(1): 43-50. doi: 10.16882/derim.2017.305442

Rezaei M, Talebi AA, Fathipour Y, Karimzadeh J, Mehrabadi M, Reddy GV. 2020. Effects of Cold Storage on Life-History Traits of *Aphidius Matricariae*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 168(11): 800-807. doi: 10.1111/eea.12958

MGM, 2022. Meteoroloji Genel Müdürlüğü. <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=VAN> [Erişim 20 Eylül 2022]

Mditshwa A, Fawole OA., Opara UL. 2018. Recent Developments on Dynamic Controlled Atmosphere Storage of Apples—A Review. *Food Packaging and Shelf Life*, 16, 59-68. doi: 10.1016/j.fpsl.2018.01.011

Sargın S, Okudum R. 2014. Isparta İlinde Soğuk Hava Depolarının Kuruluşu, Gelişimi ve Gelişime Etki Eden Faktörler. *SDÜ Fen Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 31: 111-132.

Tarımcı Z. 2020. Nevşehir İli Doğal Soğutmalı Yer Altı Depolarının Mevcut Durumu, Sorunları ve Çözüm Önerileri. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Uludağ Üniversitesi, Bursa, Türkiye.

TSE, 2015. Türk Standartları Enstitüsü. TS 1068. <http://www.iib.org.tr/> [Erişim: 1 Ekim 2022]

Türk R, Karaca H. 2015. Ülkemizde Taze Ürün Depolayan Soğuk Muhafaza Tesislerinde Teknik ve Ekonomik Nitelikler. *Teskon Bildiriler Kitabı*, 775-795.

Yang L, Villalobos U, Akhmetov B, Gil A, Khor JO, Palacios A, Li Y, Ding Y, Cabeza LF, Tan L, Romagnoli A. 2021. A Comprehensive Review on Sub-zero Temperature Cold Thermal Energy Storage Materials, Technologies, and Applications: State of the Art and Recent Developments. *Applied Energy*, 288, 116555-1-43. doi: 10.1016/j.apenergy.2021.116555

Yılmaz D, Yılmaz IC. 2020. Comparative Cost Assessment of Cold Storage Plants and Natural Storage Structures for Potato. *Potato Research*, 63(4): 497-505. doi: 10.1007/s11540-020-09454-0.

Yimenu SM, Koo J, Kim BS, Kim JH, Kim JY. 2019. Freshness-based Real-time Shelf-life Estimation of Packaged Chicken Meat under Dynamic Storage Conditions. *Poultry Science*, 98(12): 6921-6930. doi: 10.3382/ps/pez461

Yüceer M, Aday MS, Caner C. 2016. Ozone Treatment of Shell Eggs to Preserve Functional Quality and Enhance Shelf Life During Storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96(8): 2755-2763. doi: 10.1002/jsfa.7440