

# DEPO TASARIMINA BÜTÜNCÜL YAKLAŞIM DEPO TASARIM VERİLERİ VE BU VERİLERİN ELDE EDİLEREK DEĞERLENDİRİLMESİ - (İKİNCİ BÖLÜM)

Metin Çavuşlar<sup>1</sup>

## 1. GİRİŞ

Bu başlıktaki yazının ilk bölümü, Mühendis ve Makina Güncel, Nisan 2021, 52. sayısında yer almıştır.

Herhangi bir deponun tasarlanması gerektiğinde, çok az sayıda tasarımcı, deponun tasarımına doğru bir şekilde yaklaşmaktadır.

Hâlâ daha depo tasarımının dört çizgi ile kapatılan bir alan çizip içinin döşenmesi olduğunu düşünen birçok teknik insan bulunmaktadır. Bu nedenle, depocuların çoğu yeni bir depoya geçtiklerinde "Bu depoyu tasarlayan, acaba tüm yaşamı boyunca hiç mi depo işletmemiş veya görmemiş?" diye düşünmekten kendisini alamaz. Oysa depolar genellikle işletmeler için çok pahalı yatırımlar olup, bu özelliğine uygun olarak özenle tasarlanmalıdır.

Bu günlerde depo tasarımı denildiğinde, herkes teknolojik ve otomasyon uygulaması olan bir depoyu anlamaktadır. Aslında yalın veya otomasyonlu olsun, depo tasarımı, standart kalıplar içinde ve sistematik bir yaklaşımla yapmak durumundadır.

Depo yatırımının bütününe bakılacak olursa, çok büyük bir maliyetten konuşulduğu kolayca anlaşılır. Alan maliyeti, bina maliyeti, yığın makinası maliyetleri, aydınlatma, ısıtma, soğutma, havalandırma maliyetleri, donanım maliyetleri, işletim sistemi maliyetleri ve diğer maliyetler ele alındığında, maliyet derecesinin ne olacağı öngörülebilir. Bu durumda, depo tasarımında yapılacak bir hatanın, çok büyük maliyetlere yol açabileceğini de kolayca anlaşılabilir. Bu hataların bir kısmı ek harcama yapılarak giderilebilir ancak birçok hata arzulan şekilde giderilemeyebilir veya giderilmesi için büyük masraf yapmak gerekebilir.

<sup>1</sup> Makina Mühendisi - [metin562000@yahoo.com](mailto:metin562000@yahoo.com)

Bu yazı, tasarım sistematığıne nasıl yaklaşılabileceğine ilişkin ipuçlarını vermeye yönelik olarak hazırlanmıştır.

## 2. DENETİM LİSTESİ

Ana başlıklarıyla burada verilen temel tasarım yaklaşımlarında, tasarımın karmaşıklaşması kaçınılmazdır. Bu nedenle uygulama için aşağıdaki denetim listesi verilebilir. Elbette verilen bu tasarım yaklaşımları, deneyimler sonucunda öneri niteliğindedir. Bazı tasarımcı ve yatırımcılar bu kadar detaya girmeyi gerekli görmeyebilirler veya bu detayları yeterli görmedikleri için daha detaylı bir tasarım yapmayı da gerekli görebilirler. Her tasarımcı kendi yaklaşımında elbette haklı olacaktır. Buradaki temel yaklaşım, tasarım yapılırken ilk defa depo tasarımı yapacaklar için elle tutulur ve hesap edilebilir bir referans oluşturma çabasıdır.

Aşağıda bir denetim listesi çalışması yer almaktadır. Depo tasarım çalışması, bu liste ile paralel yürütülürse daha az hata yapılması olasıdır.

## 3. DEPO YERLEŞİMİ PLANLAMASI İÇİN İPUÇLARI

### 3.1 Planlama Sürecine Başlamadan Önce Hedeflerinizi Tanımlayın [1, 3, 4]

Bir deponun yerleşim planına karar verilirken, hedefler açıkça tanımlanmalıdır. Hedefler, işletmenin genel depolama stratejisiyle uyumlu olmalıdır. Depolama maliyetlerini düşürmek veya müşteriye hizmeti en yukarıya taşımak gibi hedefler tanımlanabilir. Aynı şekilde, depolama alanını olabilecek en üst düzeye çıkarmak, depoda en fazla esnekliği sağlamak veya kaynak kullanımını artırmadan depolama verimliliğini artırmak gibi hedefler daha belirgin olabilir.

### 3.2 Yerel Yönetimlerin Depo Binası Tasarımı ile İlgili Kurallarını Öğrenin [1, 3]

Ürününüzün depolanması ile ilgili olarak yetkili yerel kamu kuruluşlarının bina tasarım kural ve kısıtları bilinmelidir. Örneğin, en üstteki paletlerin üst noktasından sprinkler (yangın yağmurlama sistemi) başlıklarına kadar gereksinim duyulan en az boşluk nedir? Deponuz özel tasarım gerektiren sismik bir bölgede midir? Yayalar için yangın kaçış yolları, yangın kapıları, yangın söndürme sistemi, yaya trafiği, malzemeleri kaldırma sistemleri gibi iş ve işçi güvenliği konuları göz önüne alınmış mıdır?

### 3.3 Yöneticilerinizden ve Yüklenicilerinizden Bilgi Alın [1, 3]

En başta deponun raf düzenini planlamaya başlamak uygun gibi gelebilir, ancak bu bir hata olur. Başlamadan önce, deneyimli ve bilgili yüklenicilerle (lojistik firmanız/ taşımacı firmanız gibi), depo yöneticilerinizle ve hatta sürücülerinizle konuşulmalıdır. Onlar depo operasyonları ve operasyonların planlamasında yılların deneyimine sahiptirler. Hedefler ve gereksinimler açıklanmalı ve ardından bu yüklenicilerin/kullanıcıların önerileri mutlaka dinlenmeli ve uygulanabilecek öneriler uygulanmalıdır.

### 3.4 Depo Yönetim Sistemindeki (WMS)<sup>2</sup> Geçmiş Verilerden Yararlanın [1, 3]

Eğer bir WMS yoksa yeni depo tasarımı, bu yatırımı yapmak için doğru bir zaman olabilir. Günümüzün rekabetçi iş ortamında, veri toplama bir zorunluluktur. Günümüzün Depo Yönetim Sistemleri yalnızca mal ve değerler dökümünü (envanteri) izlemekle kalmaz, aynı zamanda kritik operasyonel verileri de toplar. WMS, ürün ayırma felsefelenizi geleneksel ürün değeri tabanlı ABC sınıflandırmasına dönüştürmek yanında, değişken envanter depo düzenleri gibi çoğu zaman daha yüksek verimli yaklaşımlara doğru geliştirmek gibi radikal çözümlere de yönlendirebilir.

Ürün akış hatalarını önlemek için, elle veri girişinden kaçınılmalı ve otomatik ürün izleme veri toplama yöntemleri uygulanmalıdır. Bir adım daha ileri gidilmeli ve ürünlere benzersiz izleme numaraları atanmalı, seri numaralarına güvenilmemelidir (bunlar genellikle benzersiz değildir). Yalnız taşınabilir ürünler değil, demirbaşlar da izlenmelidir. Bunun için veri toplama programının da oluşturulması gerekmektedir. Burada temel yaklaşım, kayıt edilmesi gereken olay gerçekleştiği anda ve hemen orada kayıt alınması şeklinde olmalı ve bu şekilde çevrim içi ("online") olarak (internet üzerinden) anında kayıt yapılması ile WMS'nin gecikmeden süreci izlemesi ve yönlendirmesi sağlanmalıdır.

### 3.5 Ürünlerinizin İşletmenizde Hangi Rotaları İzlediğini Belirleyin [1, 3]

Burada rota, sevkiyat, teslim alma ve sipariş hazırlama süreçleri gibi lojistik işlemlerde oluşan hareketi/trafiği tanımlamaktadır. Ürün rotasyonu, malların ne sıklıkta yenilendiğidir, yani yüksek rotasyonlu bir ürün, yüksek bir girdi ve çıktı oranına sahip olmalıdır. Yüklerin taşınması ma-

<sup>2</sup> WMS – "Warehouse Management System" (Depo Yönetim Sistemi)

liyet içerir, bu nedenle şirketin işlevsel sürecinin belli bir standarda uyması koşuluyla hareketi en aza indirmek her zaman daha iyidir. Etkili depo tasarımı için neye gereksinim duyulduğunu tanımlamaya katkıda buldukları için bu akışları belirlemek çok önemlidir.

### 3.6 Deponun Çeşitli Alanları Arasındaki İşlevsel İlişkileri Belirleyin [1]

Tasarım net bir şekilde tanımlandıktan sonra, sürecin ikinci aşaması, depo alanlarının yerleşim planına yönelik genel bir plan geliştirilmesini amaçlamaktır. Bu adımda, düzenin çok özel ayrıntıları kasıtlı olarak göz ardı edilir. Bununla birlikte, düzenin diğer yönleri yakından değerlendirilir.

Bu aşamayı başlatmanın en mantıklı yolu, depo alanları arasındaki işlevsel ilişkileri belirlemektir. Alanlar arasındaki ilişkileri çizerken dikkate alınması gereken birçok konu vardır. Herhangi bir etmenin önemini ve etkisini abartmak veya küçümsemek, deponun akışına zarar verebilir.

Bu aşamanın bir sonraki adımı, her bölümün gereksinim duyduğu alan miktarını belirlemektir. Bu görevi gerçekleştirmenin birkaç yolu olup, bazı yöntemler diğerlerinden daha iyi çalışabilir. Örneğin bazı durumlarda, tesisler düzenlenecek alanlar için herhangi bir tarihsel bilgiye ve detaya sahip olmayabilirken, diğerleri uzay standartları oluşturmuş olabilir.

Alan gereksinimleri belirlendikten sonra, her alanın sınırlamaları ve özel gereksinimleri için ayarlamalar yapılabilir. Örneğin, bazı alanlar bir çıkış kapısı gerektirebilir veya diğer alanlara daha fazla koridor alanı vermek mantıklı olabilir.

### 3.7 Yeni Rafları Tasarlamaya ve Üretmeye Başlamadan Önce Yerleşim Tasarımınızı Test Edin [1]

Palet rafları, raflar veya donanım gibi şeyleri tasarlamaya ve yerleştirmeye başlamadan hemen önce, deponun tasarımındaki her şeyin kurulmasına hazır olduğundan emin olmak için depoda dolaşılmalıdır.

Büyük çalışma alanlarının ana hatlarını çizmek ve ürünlerin taşınmasının ana hatlarını görmek için maskeleme bandı kullanılmalı, palet taşıyıcıları dolaştırılmalı ve diğer çalışanların aynı anda işi canlandırması sağlanmalıdır.

Bunlar, alanın fiziki durumu ve alanın en uygun duruma getirilip getirilmediği hakkında görsel bir anlayış sağlar.

Bu aşamada yapılacak herhangi bir hata, sonrasında daha kötü hatalara neden olacaktır.

### 3.8 Çalışmaya Bir Şema ile Başlayın [1]

İyi bir depo tasarımı, alanın boyutu ne olursa olsun, her zaman önce hepsini kâğıda dökmekle başlar. Bunu yapmanın en kolay yolu, özellikle alan büyükse veya standart bir dikdörtgen şeklinde değilse, depo planının bir kopyasını kullanmaktır. Eğer depo binasını kiralyorsanız, bina sahibinden, alanın projesinin bir kopyası istenmelidir.

Bir plana ulaşılamıyorsa, bir kareli kâğıda depo şeması oluşturmak gerekecektir.

Ölçeklendirmek için çizilmiş ve boyutları içeren basılı veya elektronik formatta bir şemaya sahip olduğunda, dikkate alınması gereken kolonlar veya destekler, ofis alanı yapıları, kurulu donatılar, baş üstü kapılar gibi sabit özellikleri not edilmelidir.

Hatırlamak için şöyle notlar alınabilir:

Depodaki ofis yapısı, planlanması gereken bir bölümü ortadan kaldırır.

Ofis kapısının depoya açıldığı görüldü ve bu nedenle yanlışlıkla kapatılmayacağı fark edildi.

Bir nakliye operasyonu olarak, üst kapı konumları kontrol edildi.

Gönderim ve teslim alma iş akışları gözden geçirildi.

Ana özelliklerin belirlediği şekilde şema hazırlandıktan sonra, alanın planlanmasına başlanmalıdır.

### 3.9 Bir Süreç Haritası Oluşturun [1]

Deponun nasıl çalıştığı günlük olarak değerlendirilmelidir. Düzendeki darboğazlara ve yavaş işleme neden olabilecek olan herhangi bir bölümün olup olmadığı değerlendirilmelidir. Eğer varsa, sorunsuz ve verimli iş akışı sağlamak için deponun düzeninin en uygun duruma getirilmesi gerekecektir.

İşletmenin şu anda nasıl çalıştığını ve her bölgenin nerede bulunduğunu ayrıntılarıyla anlatan bir süreç akış haritası yapılmalıdır. Ardından, değiştirilmesi gereken alanlar seçilmelidir.

Sonrasında, yapılan yerleşim değişiklikleriyle yeni bir işlem akış haritası oluşturulmalıdır. Örneğin, üretim ve pa-

ketlemede bir darboğaz fark edildiyse, yeni süreç haritası, üretim isteklerinin kolayca karşılanabilmesi için paketleme bölgesinin taşınmasını gerektirebilir.

### 3.10 Süreçlerinize Ek Olarak, Envanterinizi Derinlemesine Anlamanız Gerekir [1]

İş süreçlerinizi anlamanızın yanı sıra, orada depolanacak ürünlerin dökümünün (envanterinin) de iyice anlaşılması gerekir. Bunun için, bu öğelerin boyutunu ve şeklini, bu öğeleri taşımak için gereken malzeme taşıma donanımını ve depolayacağınız her birinin toplam miktarını bilmeniz gerekir. Bu, birkaç nedenden dolayı önemlidir.

Öncelikle öğenin boyutu önemlidir çünkü ne kadar çok yer kaplarsa, diğer ürünler için o kadar az yeriniz kalır. Bu önemlidir, çünkü bir depo işlettiğinizde, her metrekarenin size maliyeti vardır. Ayrıca, her birini hareket ettirmek için hangi tür donanımın gerekeceği de, ürün depolama rafları arasında gereksinim duyulan koridor genişliğini etkileyecektir. Açıkta ki, forklift veya diğer ağır makinelerle taşınacak öğeler daha geniş bir koridor gerektirecektir. Bununla birlikte, tesisinizdeki çalışanların genel güvenliğini sağlamak için bölgedeki genel yaya trafiğini de hesaba katmanız ve tasarlamamız gerekir.

### 3.11 Sadece Şu Anın Gereksinimlerini Karşılacak Bir Depo Düzeni Tasarlamayın [1]

Gelecekte öngörülen büyümeye uygun olarak ek tasarımlar veya taslaklar oluşturulmalıdır.

Depo yerleşimi tasarımları oluşturma konusundaki deneyimler, aşırı kalabalık var olan alanlardan başlayıp, büyüme için bir yön arayan tamamen boş binalara kadar uzanır. Her ikisi için de mutlaka ilk iş olarak, önerilerin ve kavramsal fikirlerin kâğıda dökülmesi iyi olacaktır.

Elbette, depo düzeninizde gerçekten yetkin bir AutoCAD 3D tasarım yazılımına sahip olmak harikadır, ancak temel bilgilerle başlamak ve bunları kâğıda elle dökmek önemlidir. Belirlenmiş olan en önemli göreve odaklanmaya devam edilmeli, üretimden depolamaya ve son kullanıcıya ulaşmaya kadar süren verimli bir malzeme akışı oluşturulmalıdır.

Doğru donanım, depolama ortamları ve geniş alanla, verimli malzeme akışı elde edilebilir ancak bunun, hızlı büyümenize ne kadar yeterli olacağı, tasarımınıza bağlıdır. Bu yüzden, gelecekteki büyümeyi öngörmeye çalışın ve şimdiki duruma göre yapılacak tasarımın yanı sıra ge-

lecekte yaşanabilecek sorunların olası çözümleri için de başka birkaç tasarım oluşturun. Yatırımın uygun bir düzeyde olmasını sağlamak için yatırım planınız aşama aşama yapılabilir. Zamana yayılı depo kapasite gereksiniminin tanımlanması durumunda, bir anda topluca yatırım yapma gereği ortadan kaldırılabilir.

### 3.12 Yeterli Aydınlatmayı Önemseyin [1, 3 ,4]

Bir depodaki yetersiz aydınlatma, depo çalışanlarının, depodaki malları aramak için gereksiz zaman harcamalarına neden olur, iş verimini düşürür. Ayrıca, depo içerisindeki araç trafiği ve taşıma sırasında oluşabilecek tehlikelerden dolayı güvenlik sorunlarına neden olabilir. Küçük etiketli öğeleri barındıran yerler, büyük etiketli öğeleri barındıran alanlara göre daha fazla aydınlatmaya gereksinim duyar.

### 3.13 Verimsizlikleri Belirlemek İçin Depo Düzeninizi ve Süreçlerinizi Düzenli Olarak Gözden Geçirin [1, 3]

Çoğu işletme, deponun ilk yerleşimi için çok çaba harcar; ancak şirketlerin çoğunun düzenlerini gözden geçirmek için izleme süreci olmadığı da bir gerçektir. Depolama alanlarının nasıl yapılandırıldığını gözden geçirmek ve depolama alanlarını ürün karışımı değişiklikleri olarak yeniden yapılandırmak için süreçlere sahip olmak, en iyi uygulama olarak varsayılır. Bu uygulama, yüksek düzeyde alan kullanımı ve verimliliği sağlamak için kritiktir. Raflar veya diğer depolama donanımlarında sürekli küçük ayarlamalar yapmak, alan kullanımı verimliliğini büyük ölçüde artırabilir.

Tüm depolama yazılımları veriler üzerinden çalıştığından ürün ve depolama konumu verileri güncel ve doğru tutulmalıdır. En iyi uygulamayı yapan şirketler, tüm bilgileri tek bir kayıt sisteminde, güncel ve doğru olarak tutar. Ürün verileri, ürünün özel depolama alanlarına yönlendirilebilmesi için etiket verileri, lot/seri numarası bilgileri ve özel gereksinimlerini kapsayan tüm ürün özelliklerini içermelidir. Koku geçişi veya yangın riski olan, havalandırma sistemi veya sıcaklık denetimi gerektiren öğeleri ayırmak için özel depolama alanları kullanılmalıdır. Yüksek değerli ürünler, kafesli veya denetim erişimli depolama gerektirebilir.

### 3.14 Kurulu Bir Ambar Düzenini Yeniden Tasarlıyorsanız, Hangi Değişikliklerin Hemen Yapılması Gerektiğini ve Hangi Değişikliklerin Daha Sonra Gerekeceğini Belirleyin [1]

Değişiklikler yapmaya karar verildiğinde, tasarımın hayata geçmesinin zaman tablosu yapılmalıdır. Yatırımı

aşamalandırmak, yatırımın geri dönüşünün hızlanması konusunda oldukça yararlı olacaktır. Hangi eylem öğelerinin sermaye yoğun olduğunu belirlemek de aynı derecede önemlidir. Bunlar birincil gerekli veya ikincil gerekli olabilir ancak uzun vadede mutlaka gerekli olacaktır. Bu çalışma ile öncelikler belirlenerek, zamana yayılı bir tasarım yapılabilir. Bu yaklaşım yatırım giderlerinin zamana yayılmasını sağladığı gibi, işlere yansiyacak parasal değerin de kabul edilebilir düzeyde olmasını da sağlayacaktır.

### 3.15 Deponuzu Ürünlerinizin Doğasına Uygun Olarak Düzenleyin [1]

Basit bir elektronik tablo analizi, çeşitli derinliklerde kaç sıra, kaç koridor ve kaç kat raf gerektiğine ilişkin fikir verebilir. Depo, ürünlerin yapısına uyacak şekilde düzenlenmelidir. Büyük miktarlarda birkaç SKU<sup>3</sup> depolanacaksa, birçok derin raf sırasına gereksinim vardır. Ürün dökümünde birçok SKU'nun küçük miktarları olacaksa, çoğunlukla birçok yüzü olan sıf raf sıraları (tek sıralı raf) daha uygundur.

Basit bir elektronik tablo analizi, kaç sıra değişen derinliklerde ve kaç rafın gerekli olduğunu hesaplar, depolama ve koridorlar için gereken alanı hesaplar. Rampalar, ofisler ve gelecekteki genişletmeler için alan bunların içinde değildir.

Analiz, gelecekteki değişiklikleri içerecek şekilde değiştirilen elinizdeki envanterlerin bir anlık görüntüsüne dayanmaktadır. Aynı SKU'lar haftadan haftaya değişiklik gösterse de, derin ve sıf raf sıralarının karışımı şaşırtıcı bir şekilde kararludur ve bir dönemi çok temsil edici olabilir. İstiflenebilir palet yükseklikleri, ürünün ağırlığı, ambalajın sağlamlığı, bina yüksekliği gibi özelliklere bağlıdır ve bu tasarım sırasında ilgili standartlara ilişkin bilgilere gereksinim vardır.

### 3.16 İşletmenin İşlediği SKU Sayısına ve Ürün Türlerine Göre Yeterli Kapı/Rampa ve Ürün Karşılama/Yükleme Alanı İçin Plan Yapın [1]

Uygun bir yer bulduktan sonra veya var olan bir tesis geliştirilerek kullanılacaksa, işletmenizin hedeflerine ilişkin fikir edinmek için operasyonel verilerin değerlendirilmesinden sonra doğrudan tasarım aşamasına geçilebilir. Bu verileri kullanarak günlük üretim, sevkiyat ve ürün alım döngüleri analiz edilmelidir. Veriler, gün boyunca de

şen envanter düzeylerinin hesaba katılması için de kullanılır. Bu bilgiler, süreçleri hızlandıran ve çalışma alanında akış oluşturan bir düzen oluşturulmasına yardımcı olur. Ürünlerin nereden geldiğini, nerede depolandıklarını ve tesiste ne sıklıkla hareket ettiklerini bilerek, alanı akıllıca kullanan bir tasarım oluşturulabilir.

### 3.17 Bir Ürün Yerleştirme Analizi Yapın [1, 3]

Artık ürünler, ürün kategorisine, hızına ve ölçü gruplarına göre ayrıldığından, bir sonraki aşama, raftaki ürün miktarlarını dengelemek için ürün yerleştirme analizi yapmaktır. Yerleştirme, tüm ürün çekme ve ayırma konularının miktarının ve boyutunun tanımlandığı işlemidir. Bu, ürün kategorisi, hız ve ölçü biriminin ileri toplama konularına yerleştirilecek en iyi birleşimini ve her ürün kategorisi için yedek envanterin hıza göre nereye yerleştirileceğini analiz ederek belirlenir. Envanterdeki her ölçü grubundaki her ürün için boyutları ve hacmi bilmek önemlidir. Ürün toplama ve ürün tamamlama ile raflardaki ürün miktarını dengelemek, ürün alma yüzeylerinin boyutunu belirlerken çok önemlidir. Bu işlem sırasında, ürünlerin hareket trafiğinin rahatça sağlanabiliyor olmasına özen gösterilmelidir. Ürün alma yüzeyi aynı zamanda ürünlerin etiketlerinin bulunduğu yüz olduğundan, tasarım ve operasyon konusunda belirleyici olmaktadır.

### 3.18 Son Kararı Vermeden Önce Birkaç Farklı Yerleşim Seçeneği (iç ve dış yerleşimleri kapsayan) Çizmek ve Bunların Arasından Karşılaştırmalı Olarak Karar Vermek İyi Bir Fikirdir [1, 3]

Önceki kararlar verildikten sonra, tasarım sürecinin kritik bir aşaması başlar, bu da olası yerleşim planlarının hazırlanmasıdır. Bununla birlikte, iç ve dış yerleşim arasında fark yaratmak önemlidir. Bir yandan, dış yerleşim ile, depo alanının nereye yerleştirileceği, ulaşım yolları ve park alanlarını gösterilerek depo alanı etrafındaki araç ve yaya trafiği belirlenecek, diğer yandan iç yerleşim düzeni ile, deponun bölüneceği farklı alanlar, kapı/rampa alanı konuları ve gereksinim duyulan kapı/rampa sayısına karar verilecektir. Bu, en büyük miktarda akışlar için daha az mesafeli alanlar arasındaki sınıflandırmayı içerecektir. İç yerleşim, aşağıdaki hedefleri karşılamalıdır:

- Öngörülen verimlilik,
- Uygun şekilde bina kullanımı,
- Güvenlik,
- Çevre konusunda alınacak önlemler.

<sup>3</sup> SKU-“Stock Keeping Unit” (Stok Tutma Kodu)

Olası yerleşimlerin, çizildikten sonra, doğrulanmaları gerekir. Bu doğrulama, işlevsel ve teknik bir yapılabirlik bakış açısı ile yerleşimlerin bu çalışmanın ilk adımında önerilen gereksinimleri karşılayıp karşılamadığını denetleyerek yapılmalıdır. Son olarak, en uygun bulunan yerleşim seçilmelidir. Bunun için, tüm olası düzenler bir araya getirilmeli, nicel (örneğin, finansal maliyetler) ve niteliksel (örneğin, SWOT analizi) olarak irdelenmelidir. Tüm bunlardan sonra, işletme çalışmalarını ve beklentileri karşılayan en uygun tasarımı seçmek olasıdır.

### 3.19 Yeterli Veri Yoksa Bir Araştırma Yapın [1]

Çoğu durumda, güvenilir bir tasarım oluşturmak için yeterli ölçüde kaliteli veri yoktur. Bu durumda, kolların sıvanıp depo süreçlerini araştırmak, nelerin depolanması gerektiğine ilişkin görsel bilgi toplamak gerekir. Bu bilgileri toplamak için kullanılacak genellikle dört aşama vardır:

**Birinci Aşama :** Ürün hacmi: Ürün boyutlarının veri tabanını kullanılması ve bu ölçülerin belirlenmesi.

**İkinci Aşama:** Depolama hacmi araştırması: Dağıtım merkezindeki her bölmedeki her bir öğenin incelenmesi; SKU numarasının kaydedilmesi ve dağıtım merkezinde bu SKU'nun kapladığı hacim değerine ilişkin bilgilerin hesaplanması.

**Üçüncü Aşama:** Bölme hacminin kullanımı: Her bir bölmenin boyutlarının ölçülmesi ve her bölmedeki ürünlerin kapladığı kabaca boşluk yüzdesinin belirlenmesi. Bu, SKU'ya özgü bir yöntem değildir, tüm envantere göre yapılması gereken bir çalışmadır.

**Dördüncü Aşama:** Kullanılmayan hacimlerin kullanımı (toplam): Her bir bölmenin boyutlarının ölçülmesi ve her bölme türü için geçerli olan genel bir kullanım katsayısının belirlenmesi. Bu, SKU'ya özgü bir yöntem değildir.

### 3.20 Yeni ve Daha Verimli Bir Düzen, Yatırım Getirisi Üzerinde Doğrudan Bir Etkiye Sahip Olabilir [1, 3]

ROI<sup>4</sup>, bir depo düzenini değiştirmeyi veya tam bir tesis yeniden tasarımı yapmayı düşünmede, belirleyici önemli bir unsurdur. Yatırımı azaltmak için tasarımda sıkışık koridorlar düzenlenmesi, zaman ve verimlilik kaybına neden olabilir. Verimsizlikler, birincil toplama konumlarında stokların hızlı tükenmesine neden olabilir, bu da operas-

yonları bozar ve fazla maliyete neden olur. Çoğu durumda ek olarak tesis dışı depo alanı kiralararak da para harcanmasına neden olabilir. Bu etmenlerin çözülmesi, bina, raflar veya forkliftlere verilen hasarın azaltılmasının yanı sıra işletme maliyetlerinin azaltılmasına ve kâr hanesinin iyileştirilmesine katkıda bulunabilir.

### 3.21 Trafik Akışı, Herhangi Bir Depo Yerleşim Tasarımında Önemli Bir Konudur [1, 3]

Saha etrafındaki ve içindeki trafik akışı, depo tasarımı için önemli bir konu, olmakla birlikte çoğunlukla önemsenmemekte veya çoğu durumda binanın alan yerleşimini arttırmak amacıyla önemsenmemektedir. Saha etrafındaki trafik akışı, malzeme kabul işlemi ve sevkiyat işlemi olabilecek en kısa sürede yapmak için önemlidir. Birçok sanayi bölgesine gidildiğinde, yükleme veya boşaltma için sahalara/depolara erişebilmeyi bekleyen yollara park edilmiş kamyonlar görülebilir. Bu bekleme süresi hem işletmelere maliyet oluşturmakta, hem de gecikmiş siparişler ve satış kayıpları açısından para kaybettirmektedir. Dış düzenin ve trafik akışının, malların olabilecek en hızlı şekilde alınması, boşaltılması ve gönderilmesi için uygun ve yeterli düzeyde olması sağlanmalıdır. Depo içerisindeki trafik akışının verimliliği ise, ambarda doğru sayıda bölmenin bulunması, bu bölmelerin doğru şekilde yapılandırılması ve tasarımın, doğru konumlarda rampaların bulundurulması, yükleme/boşaltma işlemlerinin hızlı, güvenli ve doğru yapılmasına dönük önlemleri ile sağlanabilir. Burada deponun işlevlerine bağlı olarak kotlarının düzenlenmesini de gerektirebilir. Örneğin, bir e-ticaret operasyonunda, yandan boşaltılması gereken perdeli treylerler üzerine malzeme yüklemesi tasarlanabilir ve düz bir erişim bölmesinden depoya girebilir. Ancak bazı işletmelerdeki sipariş sevkiyatları için arkadan yükleme gerektiren büyük kapasiteli araçlar kullanılacağından, bölmeler, yükleme rampası ile aynı düzeyde olan, bunların yanaşabileceği şekilde tasarlanmalıdır.

### 3.22 Tasarımınızı Güvenlik ve Ergonomiyi Dikkate Alarak Yapın [1, 3]

Depoda güvenli çalışma koşullarının olması, yalnızca bir işletme için daha az kaza ve daha az maliyet anlamına gelmez; aynı zamanda işlemlerin daha sorunsuz ve hızlı yapılmasına, çalışanların daha huzurlu ve verimli çalışmasına da yardımcı olur.

<sup>4</sup> ROI – "Return of Investment" (Yatırımın Geri Dönüşü)

Rafların ve ürün bölümlerinin, indirme ve kaldırma işlemleri sırasında, depo personelinin vücutlarının eğilmesi, uzanması ve bükülmesini gerektiren durumları en aza indirecek şekilde tasarlanması, kaza ve yaralanma riski olmadan daha iyi ve güvenli çalışmalarına yardımcı olacaktır. Ürünlerin birden fazla taşınmasına, yer değiştirmesine yol açmayacak şekilde yapılacak depo tasarımı, bu amaçla hizmet eder. Depo tasarımında amaçlanan elleçleme operasyonları, bir seferlik bir işlem olarak, ürünün alınıp yerine yerleştirilmesi ve bir kerede bulunduğu yerden alınarak sevk edilmesi varsayımına dayanır. Sıkışık depolarda ürünlerin depo içinde fazladan aktarımları, yapılan ek işlem oranında işçilik ve makina gereksinimi artışı anlamına gelmektedir. Öngörülenden daha fazla işçilik ve makina gereksinimi, depoda işletme maliyetlerinin artması anlamına gelmektedir.

### 3.23 Depo Zemin, Deponun İşletilmesinde Önemli Etkilere Yol Açabilir [1, 3, 4]

Depo zeminine yapılan vurgu, modern inşaat teknikleri nedeniyle yadsınamaz bir şekilde arttı. Bir döşeme plakasının kalitesi ve dayanıklılığı, bir depodaki sürecin tüm unsurlarını iyi veya kötü etkileyebilir.

Döşeme üzerindeki baskı, büyük miktarlarda mal giriş/çıkışı ve modern lojistik operasyonlarının 7/24 çalışabilme doğası nedeniyle de arttı. Bu nedenle bir zemin yüzeyi, esneklik ve en yüksek verim dayanıklılık ve uzun ömür sağlarken en az bakım süresi gerektirmelidir.

Geleneksel zemin taşıyıcı döşeme inşaatında, nominal olarak oldukça hafif ağırlık ile güçlendirilmiş beton kullanılır. Bu tür zeminler yüzeyde dalgalar oluşturmaya veya kırılmaya yatkın olduğundan, hem zeminde oluşacak hasarların onarılma gereksinimine hem de her çeşit makineler ve özellikle forkliftler için arızalara ve sürekli bakıma neden olur.

Bir deponun zeminini tasarlamak ve inşa etmek için, zemin oluşturan malzemelerin özelliklerini tanımak gerekir. Bir depo operatörü, beton karışımını, elyaf türünü ve elyaf dozajını inceleyerek, söz konusu deponun gereksinimlerine hangi zeminin en uygun olduğunu değerlendirebilir. Çelik Fiberle Güçlendirilmiş Beton (SFRC) kompozit bir malzemedir ve bağlantı gerektirmeyen güçlendirilmiş zeminler üretmek için kullanılabilir. Bu nedenle forkliftin ve zeminin bakım gereksinimini azaltır. Bu tür veriler, inşaat tasarımında kullanılmalıdır. Elbette zemin tasarımcısının bu konuda değişik seçenek çözümleri de olabilir.

### 3.24 Verimli Olmayan Koridorlara Odaklanın [1]

Bazen boşa harcanan alan, yanlış yapılan depo düzeniyle başlar. Gereksinimlerin ve şartların değişmesine bağlı olarak, bir zamanlar verimli bir tasarım olarak değerlendirilen bir depo, sonradan, çok verimsiz ve istenildiği gibi kullanılamayan bir depo durumuna gelebilir.

Bazılarının düşündüğünün aksine, depo düzeni çok esnek olmalıdır. Depo tasarımının esneklik göz önüne alınarak hazırlanması durumunda, genişleyen ürün çeşitlilikleri, nitelik/nicelik yönünden ürün değişiklikleri veya yeni, farklı boyutlu öğelerin depolanma gereksinimi ortaya çıktığında depo değişikliklere kolayca uyum sağlayabilmelidir.

Bu nedenle, tasarımlar kullanıcı tarafından değerlendirilmeli veya değerlendirilmesi için tarafsız ve bağımsız bir danışman ile çalışmalıdır. Tarafsız bir gözle bakılması oldukça yararlıdır. Koridorlar çok geniş olabilir veya tasarım bina yerine raf sistemine veya kaldırma donanımına dayandırılıyor olabilir.

Yerleşim iyice değerlendirildikten sonra (asma kat veya modüler fabrika içi ofis kurmak gibi seçenekler gözden geçirildikten sonra), üretken olmayan koridorların gerçekten sorun olup olmadığına veya alan daha verimli olarak kullanıldıktan sonra bile yetişmiyorsa, daha büyük bir tesis için karar vermek de gerekebilir.

### 3.25 Depo Yerleşim Tasarımınız Hem Esnek Hem de Ölçeklenebilir Olmalıdır [1]

Deponun işletilmesi sırasında ileride ortaya çıkabilecek olası değişiklikleri planlamak, binada ve işletim sisteminde planlanmamış değişiklikler yapmak için, gereksiz maliyetlerden kaçınmak adına bir gerekliliktir. Esnek olmayan veya ölçeklenemeyen bir düzen veya süreç geliştirmeyin. Tasarım, olası değişikliklere uyum sağlayacak ölçüde esnek olmalıdır.

### 3.26 En Uygun Depo Düzenini Belirlemek İçin Etkinlik Düzeyleri ve Depolama Gereksinimleri [1]

Bir depo tasarlamanın çeşitli yolları vardır. Organizasyonun özel gereksinimlerine bağlı olarak, var olan alan aynı sektöre hizmet veren birçok depodan önemli ölçüde farklılık gösterebilir. İster yeni bir alana taşınıyor olsun, ister var olan düzen güncelleniyor olsun, iletebilecek en önemli bilgilerden biri, operasyonun genel hareketlilik düzeyi ve depolama gereksinimidir:

- **Düşük hareketlilik / düşük depolama gereksinimleri** - Genellikle elle yapılan işlemin normal olduğu küçük sistemlerde görülür.
- **Yüksek etkinlik / düşük depolama gereksinimleri** - En az depolama taşıması ile tek bir ileri toplama alanı ile karakterize edilmiştir.
- **Düşük hareketlilik / yüksek depolama gereksinimleri** - Genellikle yüksek düzeyde, yüksek yoğunluklu depolamayı gerektiren elle veya elle ve makinayla depolama süreci gerektirir.
- **Yüksek hareketlilik / yüksek depolama gereksinimleri** - Büyük ölçekli dağıtım merkezlerinin tipik bir örneği olan bu hızlı tempolu tesisler, büyük ölçüde otomatikleştirilmiş malzeme taşıma sistemlerine ve geniş depolama kapasitesine dayanır.

Isıtma, soğutma ve nem denetimlerinin de depo tasarımı üzerinde önemli bir etkisi vardır. Bazı depolar, yeterli koridor alanı, belirlenmiş teslim alma ve nakliye alanları gibi daha genel donanımlara gereksinim duyar. Bazıları ise uygun soğutma alanı, soğutma gereksinimleri ve havalandırma veya iklimlendirme kontrol donanımı ile kolay bozulabilecek maddeleri koruyacak şekilde tasarlanır.

### 3.27 Pareto İlkesi, Depolardaki Ürünlerin Hareketleri İçin Geçerlidir [1]

Farklı depolar, çeşitli depolama yöntemleri ve farklı tipte raflar veya asma katlar kullanır.

Kullanılabilir alanı en üst düzeye çıkarmak için farklı depolama sistemi türlerinin karması son derece önemlidir. Çoğunlukla depolarda tek tip raf sistemi kullanmak anlamlı olmaz.

Depo için seçilecek olan donanımlar depodaki ürünlerin boyutlarına, cinslerine ve hareketlerine göre seçilebilir.

Depolarda kullanılan raf çözümleri hakkında bilgi edinmek için konuyla ilgili fuarların ziyaret edilmesi, olabildiğince fazla üreticiden katalog ve broşür elde edilmesi ve örneklerin çalışır halde görülmesi önerilir.

Pareto ilkesi (veya 80/20 kuralı), depolardaki ürünlerin hareketlerini anlatır. Bu temel kural, depodaki hareketliliğin yaklaşık %80'inin sıklıkla bina içinde taşınan ürünlerin %20'sinden geldiğini tanımlar. Çalışmaların sonraki %15'i, hareketlilik oranı ortalama olarak tanımlanan %30'luk stok tutma birimlerinden (SKU'lar) elde edilir. Son olarak, çalışmaların %5'i, yavaş bir şekilde depolanan ürünlerin

%50'sinden gelir. Tesis içindeki hızlı, orta ve yavaş hareket eden ürünleri ayırarak ve en yüksek hareketlilik gerektiren ürünlere erişimi artırarak, verimlilik önemli ölçüde yükseltilebilir.

Ayrıca bu ürünlere erişim kolaylaştırılarak, ürünlerin depoya kabulünden, bina içerisindeki yerlerine taşınması için ek süre kazanılabilmektedir.

Yüksek devirli hareket eden ürünler genellikle standart genişlikte, geçişli palet rafları kullanılarak, yüksek hacimli raflarda depolanır. Yüksekçe uzanabilen forkliftlere ("Reach Truck") sahip olan firmalar, dar koridorların (koridor genişliği 2,5 m) olduğu yerlerde bile çok miktarda ürünleri depolayabilirler. Ortalama devire sahip ürünler, dar koridorlarda depolamaya daha uygundur (1,5 m). Yavaş hareket eden ürünlerin ise çok dar bir koridorda (1,25 m/1,30 m) yükselen kabinli yığın makinalarıyla depolanması önerilmektedir. Bununla birlikte, bu konular yalnızca malların nasıl depolanacağı kararını desteklemeyi amaçlayan bir teoridir. Duruma ve gereksinimlere bağlı olarak senaryo değiştirilebilir.

### 3.28 Standart Şartlarda Gelmeyen Sevkiyat Özelliklerinin Depo Tasarımındaki Rolü [1]

Mal kabul süreçleri de, depo tasarımında büyük bir rol oynar. Gelen siparişler en uygun gönderi midir? Hemen yerleştirilmeye hazır tek bir SKU ile önceden onaylanmış bir satıcıdan eksiksiz bir sevkiyat için sorunun çözümü oldukça kolaydır. Özellikle parçalı olarak gelen sevkiyatlar ile aynı tedarikçi tarafından çeşitli siparişlerin karma olarak gönderildiği sevkiyatların ürün kabul işlemi oldukça karmaşık bir işlem gerektirebilir.

Yelpazenin diğer ucunda, kimyasal, yanıcı, parlayıcı veya benzeri tehlikeli malzemeler, envantere alınmak üzere kabul edilmeden önce laboratuvar testleri gerektirebilir. Bu, ürünün test beklerken ayrı bir teslim alanında ayrılan karantina bölgesine alınması gerektiği anlamına gelir. Bu durumda çözüm daha da karmaşılaşır.

### 3.29 Depolama Gereksinimlerini Fazla Ön Plana Çıkararak Toplama Süreçlerini Daha Karmaşık Duruma Getirmeyin [1]

Amaç depolama gereksinimi ile toplama süreci arasındaki mükemmel dengeyi bulmaktır. Depolar, tedarikçilerden gelen gönderiler ve müşterilere giden siparişler için bir bekleme yeri görevi gördüğünden, depolamanın doğası genellikle depolamadaki işleme göre değişir. Ay-



rica, yurt dışı kaynak kullanımı, depolama gereksinimini artırarak tedarik zincirindeki önemini artırmaktadır. Etkili depo tasarımının anahtarlarından biri, ürün toplama veya ürün yerleştirme çalışmalarına ilişkin içgörüdür. Büyük bir depo alanı, depolama gereksinimlerini karşılayabilir ancak toplama süreçlerini karmaşık hale getirebilir. Depo tasarımı için bir denge bulunması gerekir.

### 3.30 Mal Kabul İçin Geniş Alan Bırakın [1]

Deponun mal kabul alanı genellikle yoğun hareketliliğin yaşandığı bir çalışma alanıdır ve çoğu zaman bu amaç için anlamsız derecede yetersiz bir alana sıkıştırılır.

Deponun mal giriş bölümünü genişletmek için zeminden ve raf alanından vazgeçmek mantığa aykırı görünse de, burada daha geniş bir taban alanını serbest bırakmak, genellikle daha büyük bir genel depo yerleşim verimliliğini ve dolayısıyla daha düşük işletme maliyetlerini sağlayabilir.

Diğer yandan mal kabul alanındaki gereksiz sıkışıklık, operasyon elemanlarının hata yapmalarına neden olabilir. Bu ise ürün dökümlerinin hatalı olmasına ve bu nedenlerle kayıp ve hasarın artmasına neden olacaktır.

### 3.31 Kullanılmayan Ek Alanlardan Yararlanmak İçin Depolama Alanını Analiz Edin [1]

Daha düşük yığma yüksekliklerinin net yükseklikle belirlendiği alanlarda, yüksek tavan gerektirmeyen işlevler belirlenmelidir. Depolarda genellikle, paketleme ve nakliye gibi büyük alanların bırakıldığı, kullanılmayan geniş hacimler görülmektedir.

Var olan tüm dikey hacmin kullanıldığından emin olunmalıdır. Net temiz yükseklikten yararlanmak için depolama ortamı araştırılmalıdır. "Ne kadar dikey hacim kullanılmıyor?" sorusu yanıtlanmalıdır. Tasarımın yangın söndürme yağmurlama sistemi tasarımını ve yangın kodunu nasıl etkileyebileceğinin bilindiğinden de emin olunmalıdır.

### 3.32 Yığma Makinası Operatörlerine Olabildiğince Geniş Bir Yol Ayırın [1]

Yığma makinası operasyonuna verimli bir ortam sağlamak için alan çok önemlidir. Bu, yalnızca deponun alanı ile ilgili değildir. Operasyon alanı az olan, çok büyük bir tesis de söz konusu olabilir. Buradaki amaç, yığma makinası operatörleri için olabildiğince geniş bir yol sağlamaktır. Bunu yapmanın kolay bir yolu, depolanan tüm ürünleri

ve paketleri duvara yaslamaktır. Ürün çeşitliliği ve/veya alan sınırlamaları koridorların yapılmasını gerektiriyorsa, bir yığma makinasının zorlanmadan manevra yapabilmesi için raf sıraları arasında yeterli boşluğun olduğundan emin olunmalıdır. Koridorlar arasındaki genişlik büyük ölçüde kullanılan yığma makinası tipine bağlı olacaktır. Çünkü modeller; dönüş yarıçapı, yükseklik ve erişim açısından farklılık gösterir. Depodaki yığma makinası modelleri belirlendikten sonra, koridorların buna göre oluşturulması gerekmektedir. Genellikle forkliftler için 3,5 m, "reach truck"lar için 2,5 m ve dar koridor yüksek yığma makinaları, elektrikli ve manuel transpaletler için 1,5 m gibi koridor genişlikleri kullanılabilir. Ancak bu durum forklift ve "reach truck"larda farklı ataşmanlar kullanıldığı durumlarda değişiklik gösterebilir. Uygun koridor genişlikleri, hem iş akışını hızlandıracak hem de kazaları önlemede çok yardımcı olacaktır.

Koridorların düzeninde göz önünde bulundurulması gereken tek önemli nokta koridor genişliği değildir. Mantıksal ve uygun etiketleme de anahtardır. Olabildiğince, benzer tür veya kategorideki ürünler aynı koridorda yığmaya çalışılmalıdır ve her koridorun açık bir şekilde adreslendiğinden emin olunmalıdır. Böylece çalışanlar orada hangi öğelerin bulunabileceğini bilir. Bu durum, çalışanların belirli ürün kalemlerini nerede bulacaklarından emin olmadıklarında ortaya çıkabilecek ve saatlerce sürebilecek kafa karışıklığını ve geri dönüşü önleyecektir. Koridorlarda kısa yollar oluşturmak, depolama ve teslimatı kolaylaştırmaya da yardımcı olabilir. Koridorların ortasına boşluk koymak, çalışanların, oraya ulaşmak için tüm koridorlarda yığma makinasını sürmek veya yürümek zorunda kalmadan gereksinim duydukları ürünlere doğrudan, kestirme bir yol oluşturmalarına olanak tanıyacaktır.

### 3.33 Optimize Edilmiş Bir Depo Düzeni, Yatay ve Dikey Alan Kullanımını İle Donanım ve İşçilik Verimliliğini de En Üst Düzeye Çıkarır [1]

Tasarlanacak yerleşim düzeni, hem zemin alanını hem de kullanıma uygun dikey alanı (hacim kullanımını) en uygun duruma getirecek şekilde olmalıdır. Alan kullanımını en üst düzeye çıkarmaya ek olarak, iyi bir düzen, donanım ve işçilik kullanımını, ürünlere erişilebilirliği ve ürünlerin güvenliğini en üst düzeye çıkarır. Depo yüksekliğinin tamamına ulaşan yığma makinalarının kullanılması, yatay ve dikey alanların en verimli şekilde kullanılmasını sağlar.

Tamamlayıcı çözüm ise en çok satan stok kalemlerini en erişilebilir noktaya yerleştirerek kolayca erişilebilir olmasını sağlamaktır.

### 3.34 Genel Düzen Verimliliğini İnceleyin [1, 3]

Depoda düzen değişikliği yapılması durumunda en çok karşılaşılan; “hep böyleydi” ve “değiştirmek zor” yorumlarıdır. Evrensel depo yapılandırmasında şu üç temel nokta dikkate alınmalıdır: hacim kullanımı; üretkenlik ve evrensel operasyon denetimi ve yönetimi. Şu noktaların da göz önünde bulundurulması ile değiştirme fırsatına bakılmalıdır: koridor yönü; ürün akışı; gelen ve giden hareketleri ve hizmetler alanının konumu (çalışan erişimi, bina hizmetleri, çalışma alanı (yeniden paketleme gibi)). Ekipmanların yerleri düzenlenmelidir (streç ambalaj, ölçek, paketleme masaları, gibi). Sektör veya operasyon başına verimlilik ölçülmeli ve zaman kullanımı değerlendirilmelidir. Son olarak da WMS (“Warehouse Management System”/Depo Yönetim Sistemi) başarınız gözden geçirilmelidir.

### 3.35 U Şeklindeki Ürün Akışı, En Yaygın Depo Düzeni Türüdür, Ancak İşletmeniz İçin En İyi Düzen Olmayabilir [1]

U şeklindeki bir depo ürün akışı, en yaygın yerleşim şeklidir. Bu düzende, mal kabul ve sevk kapı/rampaları yan yana konumlandırılarak depo personeli ve yığın makinası gibi havuz kaynaklarının ortak kullanımına olanak sağlanır. Bu düzen aynı zamanda ürün elleçlemeyi de en aza indirerek yüksek çapraz yükleme özelliği sunar.

### 3.36 Gelişmiş Güvenliğe Gerek Duyarsanız, I veya L Şeklinde Bir Depo Düzeni Daha Uygun Olabilir [1]

Geçiş akışı olarak da bilinen I şeklindeki depo ürün akışı ve L şeklindeki depo ürün akışı, sevk ve ürün kabul alanlarının deponun farklı taraflarında yer alması açısından benzerdir. Sonuç olarak, bunlar U şeklindeki yerleşimlere göre daha fazla kullanılabilir depo alanı gerektirir.

Bu düzenler belirli işlemler için faydalı olabilir. Örneğin, yüksek güvenlik gerektiren depolar, ayrı giriş ve çıkış alanlarından yararlanabilir. I şeklindeki ve L şeklindeki düzenler, hem sevk hem de ürün kabul kapı/rampaları için daha büyük ayırma ve depolama alanları sağlayabilir ve her bir işlevin ayrı ayrı izlenmesine izin verebilir.

### 3.37 Bir Kat Eklemeyi Düşünün [1]

Depolarda dikey depolamanın öncelikli olmadığı ve gerekmediği durumlarda, ikinci kat, özellikle sipariş toplama sürecinde deponuzun verimliliğini arttırabilir.

Asma katlar, deponun tümüyle yenilenmesi gibi yüksek yenileme maliyetleri olmadan depo alanını daha uygun kullanmanın bir yolu olabilir. Özellikle, artan ürün sayısı nedeniyle alanlarını genişletmek isteyen küçük depolar için çok uygun bir çözümdür. Bu konuda, mezanin olarak adlandırılan ara katlar oldukça yararlı olacaktır.



Şekil 1. Depo Koridorları İçin Çapraz Geçişler [2].

### 3.38 Depodaki Koridorları Çapraz Birleştirin [1]

Depodaki tüm koridorlar uzun ve sürekli ise, bir yerden diğerine geçmeyi son derece zorlaştırabilir. Çapraz koridorlardan oluşan bir ızgara oluşturarak verimlilik artırılabilir. Şekil 1'de bu anlamda yapılmış bir uygulama görülebilir.

### 3.39 Açılı Koridorları Olan Balık Kılçığı Düzeni de, Bazı Uzmanlar Tarafından Önerilmektedir [1]

Birçok depo, dikey çapraz koridorlarla, ürün kabul ve sevkiyat kapı/rampaları ile hizalanmış paralel koridorlara sahiptir; ancak bunun her zaman böyle olması gerekmez. Bazı uzmanlar, bazı koridorları yeniden yönlendirerek ve balık kılçığı düzeni adını verdikleri açılı çapraz koridorlar ekleyerek taşıma sürelerinin %20'ye kadar azaltılabileceğini savunmaktadır. Ek koridorlarda kaybedilen alanı karşılamak için, genel depo biraz daha büyük olmalıdır; ancak bu, merkezleştirilmiş bir ürün kabul ve sevk noktasına veya noktasından daha doğrudan taşımanın verimliliği ile kıyaslandığında daha önemsizdir.

Çoğu palet hareketinin merkezi sevkiyat kapı/rampasına veya merkezden rafa yerleştirmeye dönük olduğu durumlarda, balık kılçığı düzeninin sağlayacağı daha doğrudan hareketten yararlanmak olasıdır. Ancak bir forklift bir paleti kaldırmayı bitirip ardından başka bir tane almak zorunda ise, balık kılçığı düzenlemesindeki koridorlarının yönü, hiç yardımcı olmayabilir ve hatta bir engel olabilir. Ayrıca bölümde çalışan çok sayıda forkliftin trafikte düzeninde, güvensiz kullanımdan doğabilecek kaza riski de artacaktır. Bu durumda karşılaşılabilecek olası verimsizlik, ürünlerin, merkezi sevkiyat noktasına ve merkezden doğrudan raflara taşınmasının ortadan kaldırılmasından daha fazlasını ödeyecek gibi görünmektedir. Bu nedenle balık kılçığı yerleşim düzeni pek önerilmez.

### 3.40 İşlemlerin, İlişkili Oldukları Diğer Süreçlere ve İşlevlere Yakın Konumlandırıldığından Emin Olun [1]

Deponun genel yerleşimi, verimli bir işletim sistemi için önemli bir unsurdur. Elleçleme süreci boyunca ürün akışı genellikle bir çizgi veya "U" şeklinde olmalıdır. Bir işletmede hem ürün kabul, hem de sevkiyatlar için tek bir kapı olduğundaysa akış döngüsel olmalıdır. Ürün kabul ile başlayarak, yeniden yerleştirme ve yenileme, sipariş toplama ve sevk alanına getirme ve son olarak, sevkiyat için paketleme ve teslimatla sonuçlanan her süreç, ilintili olduğu işlemlere yakın olmalıdır.

### 3.41 Eğer Yeterli Alan Varsa, Bütünleşmiş Yükleme ve Boşaltma Alanları Daha Yüksek Elleçleme Hızı Sağlayabilir [1]

Yükleme ve boşaltma alanları doğrudan ambarın yanına konumlanmış ve herhangi bir sapmaya gerek kalmadan malların depolanması ve toplanması yapılabiliyorsa, yükleme ve boşaltma alanı depo ile bütünleşmiş (entegre) demektir. Bunun ana üstünlüğü, daha yüksek yük taşıma hızıdır. Bunun için yeterli alan varsa bütünleşmiş tasarım, bütünleşmiş olmayan seçeneklere yeğlenebilir.

Bütünleşmiş depo tasarımlarında kamyonlar depoya kapı/rampa üzerinden yanaşır ve bu kapı/rampalar aşağıdaki gibi olabilir:

- **Bir ara platformla (sundurma) ayrılmış kapı/rampalar:** Ürünlerin doğasından kaynaklanan nedenle veya iç depo ortamını koruma gereksinimi belirlendiğinde veya depolanan malzemeyle ilgili güvenlik sorunları olduğu durumlarda bu tür kapı/rampaların uygulanması gerekecektir. Depo güvenliği konusunda kuşku söz konusu olduğu özel durumlarda, bu tasarım şekli daha da öne çıkar.
- **Gömme havuzlar:** Kamyonların depo duvarına kadar geri gitmesine izin verir. Tesisin iç ortamını etkilemekten kaçınmak için, erişim kapıları en azından hava geçirmez şekilde kapatılmış bir sistemi olmalıdır. Bu kapı çeşitli şekillerde olabilir veya yanaşma körüğü kullanılarak oluşturulabilir. Bu tasarım yaklaşımı, soğuk hava depolarında mutlaka uygulanmalıdır.

### 3.42 Çeşitli Depolama Gereksinimlerini Karşılama ve Kullanılabilecek Tüm Alandan Yararlanmak İçin Değişik Konumlamalar Tasarlayın [1]

Yalnız bir palet için tasarlanmış bir konumda bir veya iki paletin depolandığının örnekler çokça görülmektedir. Ürün bazında çeşitli depolama gereksinimlerini karşılamak için, çeşitli boyutları olan bölümler bulunmalıdır. Diğer bir alan savurganlığı ise, ürün toplama yerinin yalnızca ön kısmının geride kalan boş alanla kullanıldığı toplama alanlarında oluşur. Kanal açarak bu sorun çözülebilir, zaten bunu birçok uygulamada sıkça görüyoruz. Ürün toplama alanının SKU'nun hacim ve hareket hızına uyacak şekilde tasarlandığından emin olunmalıdır. Günlük olarak kapasitenin %100'üne ulaşmak olanaksızdır, ancak yerleşik konumlarda ne kadar yüksek bir kapasiteye sahip olursanız, o kadar fazla alanınız olur.

### 3.43 Toplama Verimliliğini Kolaylaştırmak İçin İleri Konumları Birleştirin [1, 3]

Ürün toplamayı en üst düzeye getirmenin bir başka yolu da, depodaki stok yerleşimini kademelendirmektir. Kademelendirme, paketleme ve nakliyenin gerçekleşeceği yere yakın ileri konumlarda belirli bir miktarda geçici bir stok bulundurmak anlamına gelir. Ürünün kademeli stoklanması, özellikle daha çok hareket eden veya yüksek hacimli ürünlerde büyük bir zaman kazancı sağlayabilir. Buradaki amaç, depodaki daha uzak konumlara taşımaları en aza indirirken, aynı zamanda bir toplayıcının bir ürünü almak için kat etmesi gereken uzaklığı en aza indirmektir.

Bu öğelerden biri için bir sipariş geldiğinde, bir çalışan ileri konumdaki öğeleri hızlı bir şekilde seçebilir. Ön yerleşimdeki miktarlar azaldıkça, depodaki başka bir yerden (veya daha ucuz bir saha dışı yerden) tamamlama yolu öne çıkarılabilir. Bu uygulama temel olarak yükleme/boşaltma rampasındaki elleçleme zamanlarını en aza indirmek konusunda oldukça yararlı sonuçlar verecektir.

### 3.44 Raf Çözümlerinizi Yeniden Düşünün ve Olabildiğince Dikey Olarak Tasarlayın [1, 3]

Deponun kapladığı alanı genişletmek yerine, dikey alanı daha iyi kullanmak yeğlenmelidir. Daha uzun depolama sürelerinde, daha fazla malzeme toplamak ve depolamak için gereken donanımların alımı veya deponun genişletilmesinin getireceği parasal yükler yerine dikey alanın daha verimli kullanılması, aynı alanda çok daha fazla ürünün tutulmasına yardımcı olabilir. Ayrıca, kullanılan rafların türü ve çeşitliliği de dikkate alınmalıdır. Küçük parçaların palet raflarında depolanması, alanı boşa harcar ve öğelerin yanlış yerleştirilmesini kolaylaştırır. Deponun tamamında aynı rafları kullanmak yerine, farklı malzemeler için çeşitli raf türlerine gereksinim olabilir. Ayrıca rafların düzenli olması ve düzenli kalmasına yardımcı olmak için standartlaştırılmış ambalajların kullanılması seçilmelidir.

### 3.45 Yüzde 88 Alan Kullanım Verimini Hedefleyin [1, 3, 4].

Bir depo tasarlarken geçerli olan kural, alan kullanım verimliliğinin hedeflenmesidir. Depo tasarımında hedef, %88 kapasite kullanımı verimliliğini sağlamaktır. Deponun çalışma sisteminin rahatlamasını sağlamak için aşırı koridor kullanımı, çok fazla alan kaybına yol açabilir. %88'den daha düşük kapasite kullanımı, depoda balpeteği oluşumuna neden olur, bu da palet raflarının yarısı boş ambar olgusudur. Ürün konulabilecek yerler dolu gö-

zükür ancak, gerçek depolama alanı depolanmış ürünlerden daha fazla ürün alabilir.

### 3.46 İşletmenin Verimliliğinin Yaklaşık Yüzde 88 Oranında Depo Doluluğu Olduğunda Gerçekleştiği Savı [1, 3, 4]

%88'in altında kapasite kullanan bir tesis, kazanılabilecek şanslı olan kârı azaltır. Ürün envanteri, depo için en uygun bir yerleşim planını belirlemede büyük bir etmendir. Dağıtılan envanterin türü, miktarı ve ürünün depoda kaldığı süre, planlama sürecinde göz önünde bulundurulması gereken unsurlardır. Ürün kabul ve sevkiyat süreçleri gibi işlemlerin yanı sıra, ürünlerin depolanma şekli de dikkate alınmalıdır. Envanter türünün yanı sıra, her an istenilebilecek ürünlerden depoda ne kadar hazır bulundurulacağını belirleyecek en az stok düzeylerine de karar verilmelidir. Depo işletmesi en iyi, yaklaşık %88 oranında tam olarak çalışır. Bundan daha fazlası, daha az verimli olur ve daha azı ise elde edilebilecek kârı azaltır. Geçmiş verilerle birlikte öngörülen sipariş istatistikleri, en iyi duruma getirilmiş bir çözümün belirlenmesine yardımcı olabilir. Uygulama sırasında bu konu aksayabilir. Bu konuda yapılacak planlama, stok devir hızını esnek bir şekilde değiştirerek, depo doluluğunu %88 olarak sabitleyebilir.

### 3.47 Yavaş Hareket Eden Ürünleri Düzenlemek İçin Yüksek Yoğunluklu Raflar Kullanın [4]

En hızlı hareket eden ürünlerin ilk %20'sine odaklanılması ve onların yükleme alanında en yakın yere yerleştirilmesi gerekliliği, temel yaklaşımdır. Bu, geriye kalan %80'in unutulduğu anlamına gelmez. Burası yüksek yoğunluklu raf sistemlerinin devreye girdiği yerdir.

Yüksek yoğunluklu raf sistemleri, yavaş hareket eden ürünleri depolamak için çok uygundur. Çoğu zaman, işletmeler hızlı hareket eden ürünlerine o kadar odaklanırlar ki, daha yavaş hareket eden ürünler koridor kenarına konur. Bu ise hem ürünlere, hem yığın makinalarına, hem de personele risk yaratır.

Bu tür raf sisteminin yaptığı şey, depolama kapasitesini ikiye katlamak ve çalışanların ürünleri almasını kolay ve verimli hale getirmektir. Kolay erişilebilirliği ve yerden tasarruf sağlayan özellikleri vardır.

### 3.48 Düzeninize, Dört İşlevsel Depo Bölgesini Ekleyin [1]

Öngörü ve kestirimlerin değerlendirilerek tanımlanacak ilk dört işlevsel depo bölgesi; depolama, dış alan/kapı/

rampa, toplama ve VAS<sup>5</sup>/reçete oluşturma bölgeleridir. Depolama alanının uygun boyutunu belirlemek için nitelik ve nicelik bilgilerini de kapsayan ürün döküm listeleri, sıcaklık gereksinimleri, ürün boyutları, aktarma kuralları, akış oranları ve daha fazlası gibi temel unsurlar değerlendirilmelidir. Tüm bu etmenler, uygun depolama düzeninin belirlenmesinde rol oynayacaktır. Kapı/rampa gereksinimlerini belirlemek için de benzer veriler toplanmalıdır. Çok az hazırlık alanı ve yükleme kapıları, depo üretkenliğini yavaşlatarak önemli bir darboğaz oluşturabilir. Toplama ve sevkiyat boyutunu ve yerini belirlerken, toplama stratejisini belirlemek, bu kararların verilmesine yardımcı olacaktır. Tüm çeşitler için gerekenler ile eldeki kaynaklar için en iyi sonucu verecek alan gereksinimleri göz önünde bulundurulmalıdır.

### 3.49 Hacminizin Olabildiğince Tümünü Kullanın [1]

Bir deponun kullanımını en üst düzeye çıkarmak için hacim kullanımının en üst düzeye çıkarılması gerekmektedir. Var olan tüm dikey alanlardan yararlanılması gerekir. Geleneksel bir yangından korunma sistemi ile yangın söndürme yağmurlama sistemi başlıklarının altına, 50 cm yakınına kadar ürünler düzgünce yığılabılır. Bir ESFR<sup>6</sup> sisteminde bu mesafe 1 m'dir. Bu alandan yararlanmak için, var olan depolama sisteminin yeniden yapılandırılması gerekebilir, ancak bu anlamda yapılacaklar bu çabaya değecektir.

### 3.50 Özel İşleme Alanlarını Denetim Altında Tutun [1]

VAS ve ürün iadeleri gibi özel işleme alanları için yerden tasarruf sağlayan düzenler oluşturulmalıdır. Özel işleme alanları, boyut olarak gerekenden daha geniş alanlara yayılma eğilimindedir. Daha yakından bakmanın ve yerden kazandıran değişiklikler yapmayı düşünmenin tam zamanı olabilir. Zeminde çok sayıda palet duruyorsa, hacimden yararlanmak için kısa bir palet rafı bölümü eklemek düşünülmelidir. Yatay veya düşey, hareketli raf ve sıraları olan otomatik depolama sistemlerinden olan Carousel uygulamaları sandık veya kutulara kolay ulaşım sağlar. Kademe rafları da, işlenmiş ürünleri geri vermeden önce biriktirmek için ara kademeler olarak kullanılabilir.

## 4. SONUÇ

Aslında tüm çalışmaya yukarıdan bakıldığında, deponun içinde yapılacak işlemleri de kapsayacak şekilde, depo tasarımının çok karmaşık bir çalışma olduğunun farkında olunması gerekmektedir. İçeride yapılacak işlemleri ve ürün ile ilgili teknik bilgileri ve detaylarını hiç atlamadan başlayan çalışma, birçok bilim dalı ve iş konusunu kapsayacak şekilde sürdürülmek zorundadır. Binası, yığın makineleri, ısıtma-soğutma ve havalandırması, inşaatı, elektrik tasarımı, aydınlatması, çevre düzeni, işçilik operasyonları, hazırlık alanları, yığın makinelerinin içerideki hareket yolları, otomasyonu, ürün etiketlemeleri, depo içi ürün hareketlerinin tasarımı ve benzeri birçok konu bu tasarımda dikkate alınmalı ve gerekli önlemler de alınmalıdır. Tüm bu detayların yanında işçi sağlığı ve güvenliği, donanım güvenliği, yangın güvenliği, bina güvenliği ve ürün güvenliği konularına da gereken özenin gösterilmesi gerekmektedir.

Tasarım sırasında atlanılan her konunun, yatırım tamamlandıktan sonra çözülmeye çalışılmasının maliyeti her zaman çok daha fazla olmaktadır.

Tüm bu konuları anlattıktan sonra hep duyduğum aşağıdaki soru ne anlama gelir, sizlerin değerlendirmesine bırakıyorum:

Alt tarafı bir depo değil mi?

Benim yanıtlım:

Evet, ama üst tarafı da bir depo!

## KAYNAKÇA

1. **Çavuşlar, M.** 2020. "Depo ve Stok Yönetimi El Kitabı". Bursa.
2. ÜÇGE DRS [www.ucgedrs.com](http://www.ucgedrs.com) adresindeki e-katalog (son erişim tarihi: Aralık 022)
3. **Çavuşlar, M.** "Depo ve Stok Yönetimi Eğitimi" ve Eğitim Notu
4. **Çavuşlar, M.** 2020. "Mühendis Bakış Açısıyla Depo Tasarımı". Mühendis ve Makine Güncel, Ekim 2020 tarihli 46. sayı.
5. **Çavuşlar, M..** 2010. "Satın Alma Süreçleri ve Temel Satın Alma El Kitabı". Tiem Eğitim ve Yayıncılık ve Org. Tic ve Ltd. Şti, İstanbul.

<sup>5</sup> VAS - "Value Added Services" (Katma Değerli Servisler)

<sup>6</sup> ESFR - "Early Suppression, Fast Response" (Erken Bastırma, Hızlı Yanıt)