

"Kanban Sistemi" Uygulama Notu

Hazırlayan: Yrd.Doç.Dr. İhsan EROZAN

1. GİRİŞ

Yalın üretim sistemi çekme sistemini kullanan bir üretim yaklaşımıdır. Klasik yalın üretim sistemi kanban (kan= kart, ban=sinyal) çekme sistemini kullanır. Yalın üretimdeki kanban sistemi, ürün ve hacim esnekliği stabil olduğu (veya aşırı dalgalı olmadığı) zaman iyi çalışır. Kanban ilk olarak **Taiichi Ohno** tarafından Toyota üretim sisteminde kullanılmıştır.

Kanban, tüketim noktası ile temin noktası arasında haberleşmeyi sağlayan bir mekanizmadır. Bu mekanizma kartla çalışabileceği gibi kutu (bin) sistemi ile de çalışabilir. Her ne kadar kanban sistemi stoksuz çalışan bir sistem olarak bilinse de aslında belirli bir miktar stok bulundurulur. Ancak bu stok geleneksel üretim yaklaşımlarına göre oldukça küçüktür. Bulundurulmuş bu stok, sistem içinde meydana gelebilecek aksaklıklara ve olası talep dengesizliklerine karşı güvenlik amaçlı olarak tutulur. Bu stokun boyutu büyüdükçe yalın üretimin ve kanbanın avantajları kaybolmaya başlar. Çekme sistemlerinde; her süreçte miktarı kesin olarak bilinen bir miktar stok bulundurulur. Sonraki süreç, bu stoku kullandıkça harcanan malzemeyi telefî etmek için önceki süreç üretim yapar. Burada harcanma bilgisi, kart sistemleri veya diğer uyarı sistemleri ile önceki istasyona iletilir. Bir çekme sisteminin çalışabilmesi için şu bilgiler kesin olarak bilinmelidir:

- ✓ Önceki istasyonun üretim için ne zaman tetikleneceği (yeniden sipariş verme noktası)
- ✓ Parti büyüklü (önceki istasyonun kaç adet üreteceği)
- ✓ Eldeki stok seviyesi ve daha önce verilmiş siparişler

Taiichi Ohno, Toyota üretim sisteminin ve Kanban sisteminin babasıdır.

Literatürde kanban'a alternatif başka çekme sistemleri de vardır: Conwip, Polca, DBR gibi.



Taiichi Ohno
(Japon Endüstri Mühendisi)

- (a) **Conwip (Constant work in process)**: Conwip'te çekme işlemi, itme tarzında yapılır. Hattın içinde sabit bir WIP miktarının dolaşması amaçlanır. WIP asla bu sabit miktarı aşamaz. Conwip, kanban gibi kart sistemini kullanır. Conwip, sadece tek yönlü (ileri) bir kart sistemini kullanır. Conwip, hacmin büyük olduğu sistemler için çok uygundur, bu tip durumlarda kanban sık sık kesilmeye neden olur.
- (b) **Polca (Paired-cell Overlapping Loops of Cards)**: Polca, ürün esnekliğinin yüksek olduğu durumlar için uygundur. Polca'da kanban sistemine benzer olarak polca kartları kullanılır. Polca kartları, makine veya hücre çiftleri arasında çalışır. Bu nedenle polca kartları sadece iki makine veya iki hücre arasında dolaşır. Polca'nın en popüler uygulama alanı "hücresel üretim"dır. Bir üretim sistemindeki ürün çeşidi arttıkça ve bu artış değişken ise polca sistemi kanban'a göre daha fazla avantaja sahip olur.

- (c) **DBR (Drum Buffer Rope):** Goldrat'ın (Amaç kitabının yazarı) kısıtlar teorisine dayanır. DBR'de akışı en yavaş makine belirler. Sistem asla kısıtı atlayarak üretim yapmaz, böylece gereksiz stoklar oluşmaz. Bu yaklaşımda tüm sistem elemanları kısıta bağlı olarak çalışır. Eğer kısıt veya darboğaz iyileştirilirse akış hızlanır.
- (d) **Diğer sistemler:** Yukarıda ifade edilen çekme sistemlerinin karma kullanımı veya güncellenmiş versiyonları da mevcuttur.

2. KANBAN SİSTEMİNİN ÇALIŞMA YAPISI VE ÖZELLİKLERİ

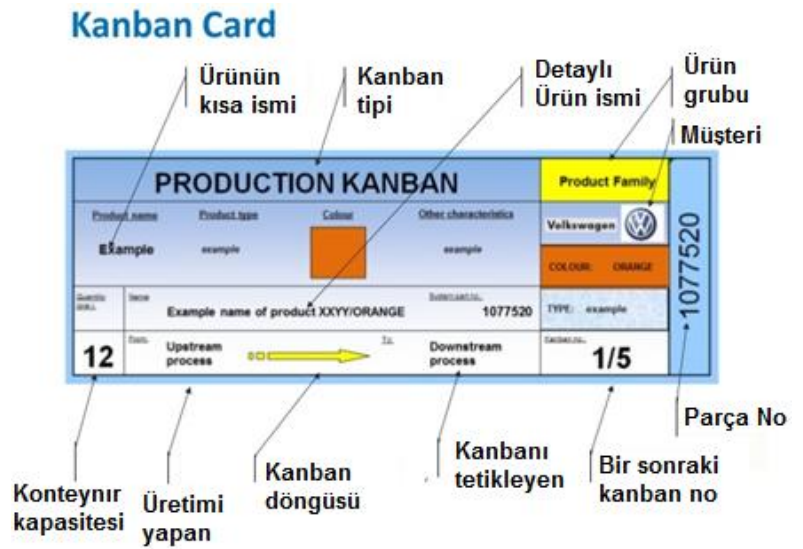
Eğer bir üretim sisteminde çekme sistemi uygulanmak isteniyorsa ve kanban bu sisteme uygun değilse diğer çekme sistemleri düşünülmelidir. Aksi takdirde kanban sistemi uygun bir şekilde çalışmaz ve (i) akışı yavaşlatabilir, (ii) yeni müşteri siparişlerine karşı esnek olunamaz.

Kanban sistemi kartlı ve kartsız olarak uygulanabilir. Kartlı sistemlerde istasyonlar arasında kanban kartları dolaşır. Kartsız sistemlerde kutular (bin) üretimi tetiklemek için kullanılırlar. Kanban kartları için standart bir tasarım yoktur. Ancak bazı özelliklerin kanban kartlarında bulunması istenir, aksi halde kartlar işlevini yerine getiremez. Bir kanban kartında yer alması gereken birincil bilgiler aşağıdaki gibidir:

- ✓ Parça adı
- ✓ Parça numarası/kodu
- ✓ Parça sayısı
- ✓ Kanban numarası
- ✓ Teslim süresi
- ✓ Tedarikçi ve alıcı istasyon

Bir kanban kartında yer alabilecek ikincil bilgiler (ilave bilgiler) ise;

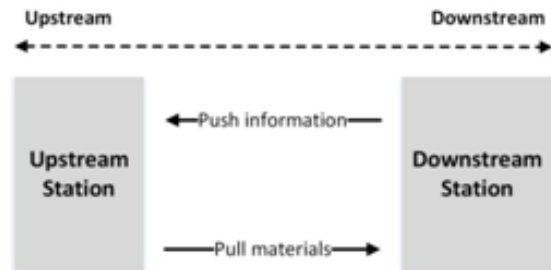
- ✓ Görsel içerik
- ✓ Barkod
- ✓ Parçanın ağırlığı
- ✓ Parçanın detaylı tanımı
- ✓ Süpermarket numarası



Resim 1. Kanban kartı örneği

2.1. Kanban Sisteminde İstasyonlar

Kanban sisteminde bilgi akışı ile malzeme akışı ters yönlüdür. **Uyarı:** İtme sisteminde ise bilgi ve malzeme akışı aynı yöndedir. Kanban sisteminde *üst akış* (upstream), malzemenin üretildiği yani çekme yapıldıktan sonra yapılan çekme işlemi için bilgi akışının yapıldığı istasyondur. Bu bilgiye göre üst akış üretim yapar. Alt akış (downstream) ise çekme işlemini yapan istasyondur.



Şekil 1 Kanban sisteminde alt ve üst akışın gösterimi

2.2. Kanban Kartı Çeşitleri

Üretim ve çekme kanbanı, *birincil kanban* (primary kanban) olarak bilinir.

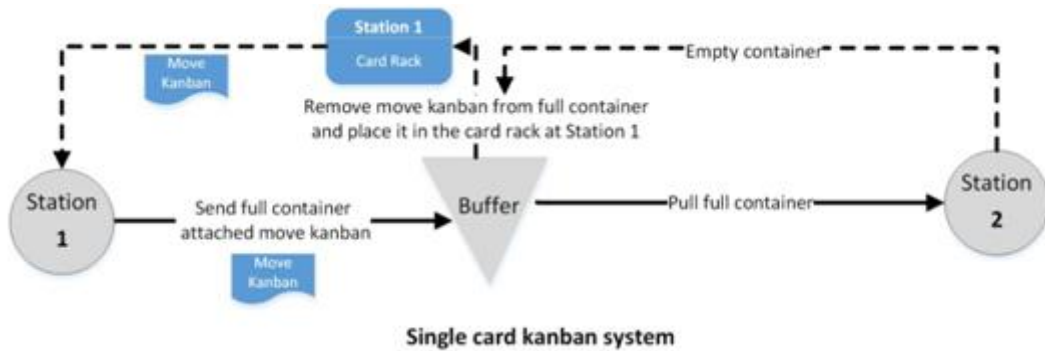
1. **Üretim kanbanı:** Bir önceki istasyonun üretmesi gereken parça tipi ve miktarını belirleyen kanban türüdür. Bir istasyon üretim kanbanına sahip değilken üretim yapmaz.
2. **Çekme kanbanı(hareket kanbanı):** Bir istasyonun kendisinden önceki istasyondan çekeceği ürünün miktarını ve türünü gösteren karttır. Çekme kanbanı olmadan bir önceki istasyondan parça çekilemez.
3. **İkmal(tedarik) kanbanı:** Tesis içindeki bir depodan bir imalat alanına gezen kanban kartıdır.
4. **Tedarikçi kanbanı:** Tedarikçi kanbanı, ana firma ile tedarikçi arasındaki bilgi akışını sağlayarak, satın alınan parçaların tedarik sürecini gerçekleştirir. Eksilen parçalar için eğer tedarikçi ile iletişim gerekiyorsa bu kart kullanılır. Tedarikçiler güçlü iletişim, kanban sisteminin başarısı için çok önemlidir. Bu nedenle güçlü bir iletişim sistemi ile kanban bilgileri, tedarikçi ve ana firma arasında dolaşır.

2.3. Kartlı Kanban Sistemleri

1. Tek kart kanban (single card)
2. Çift kart kanban (dual card)

Tek kart kanban sistemi sadece çekme kanbanı veya sadece üretim kanbanını kullanır. Tek kart sistemi ile sadece tüketim için üretim sinyali verilir. Tek kart kanban sisteminde stok kontrolü çift kart sistemine göre daha zayıftır ancak akış daha hızlıdır. Bu kart sistemi parti tipi üretime oldukça uygundur. Tek kart kanban sistemi özellikle aşağıdaki durumlar için uygundur:

- ✓ İstasyonlar arası uzaklık küçük ise
- ✓ Kanbanların dönüş hızı (kanbanın hareket hızı) yüksek ise
- ✓ WIP düşükse
- ✓ Ara stok alanı düşükse

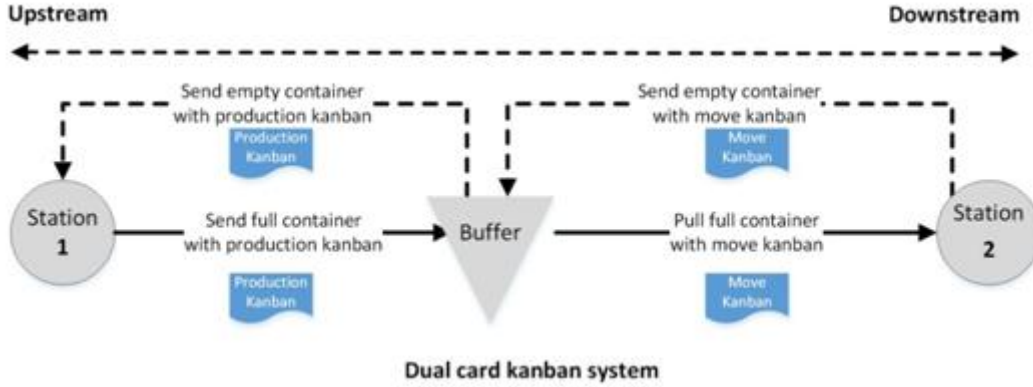


Şekil 2 Tek kart kanbanın çalışma yapısının gösterimi

Çift kart kanban sistemi aynı anda hem çekme hem de üretim kanbanını kullanır. Hem çekme hem de üretim kanbanı sadece iki istasyon arasındaki ara stok ile ilgili istasyon arasında dolaşır. Çekme kanbanı asla üretimin yapıldığı alana girmez. Üretim kanbanı da çekme yapılan alana girmez. Çift kart kanban tek kart kanbana göre üretimde daha sıkı bir stok kontrolü yapar. Bununla beraber bu

sıkı kontrol üretimin kesilmesine de neden olur. Bu nedenle benzer ürünlerin yüksek hacimli üretiminde çift kart kanban üretimde yavaşlamaya neden olabilir. Çift kart kanban sistemi özellikle aşağıdaki durumlar için uygundur:

- ✓ İstasyonlar arasında yeterli alan varsa
- ✓ Ara stok alanında bir miktar WIP'e ihtiyaç varsa
- ✓ Sıkı stok kontrolü gerekli ise



Şekil 3 Çift kart kanbanın çalışma yapısının gösterimi

Klasik tek ve çift kart kanban sistemi fiziksel kartlarla çalışır. Eğer fiziksel kartlar kaybolursa veya aynı karttan yanlışlıkla birden fazla üretilirse stok kontrolü çok güçleşecektir. Günümüzde fiziksel kanban kartlarının bu dezavantajlarından kurtulmak için elektronik kanbanlar kullanılmaktadır. Elektronik kanbanlar basılı kanban kartlarına sahip olmakla birlikte kanban hareketleri elektronik olarak yapılır. Kanban kartlarının üzerinde bulunan barkodlar elektronik kanban hareketini sağlamak amacı ile kullanılmaktadır. Örneğin bir kutu (konteynır) boşaldığı zaman kutuya ait barkod bir tarayıcı ile okunur, böylece anlık kanban mesajı bir önceki istasyona veya ilgili tedarikçiye gönderilir. Elektronik kanbanlar fiziksel kanbana veya fiziksel kutu (bin) iletişimine göre daha hızlı çalışırlar.



Resim 2 Elektronik kanban örneği

U N I T	UPK6260K	RECEIVING TICKET			13.34	01/12/2000
	PART #: AAC		DUE: 09/22/99			
	[Barcode]					
	DESC 1: MG AUXILIARY SWITCH					
	DESC 2: (U771)					
	ORDER REF: HDMCC			UM	ABC	LT
	CARD NOTE:			EA		7
CONT: LRB			LOCN: S05061A01			
QTY/CARD: 100		ORD QTY: 100	BIN MIN:			
ORD # 46-52958 01049		QTY REC: 100			LOGONID: RSP164	

Resim 3 Elektronik kanban örneği



Resim 4 Elektronik kanbanların okutulma işlemi



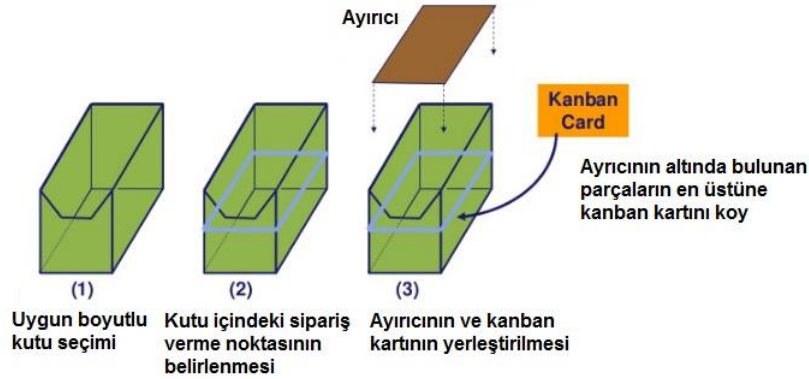
Resim 5 Elektronik kanbanların okutulma işlemi

2.4. Kartsız Kanban Sistemleri

Kanban sistemi sadece kanban kartları ile çalışmaz. İstenirse kart kullanılmadan kutu (bin) ile de kanban sistemi çalıştırılabilir. Kutu (konteynır) ile çalışan kanban sisteminde kutular kanban kartı yerine geçer ve kutu kapasitesi kanban kartı gibi üretimi ve stoku kısıtlayan bir bariyer gibi çalışır. Bir kutunun boşalması, üretim için bir önce istasyona sinyal gönderilmesi anlamına gelir. Kutu ile çalışan kanban sistemleri üç başlıkta incelenir:

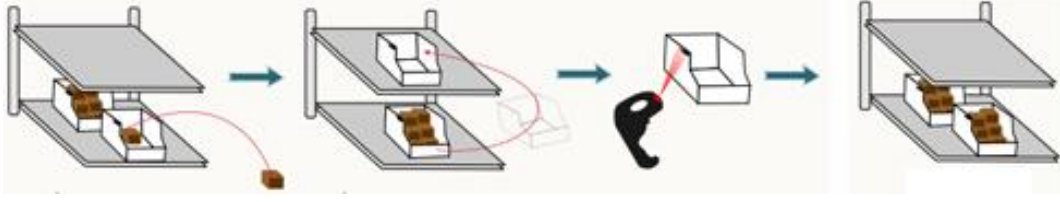
- ✓ 1-kutu kanban (1-bin kanban)
- ✓ 2-kutu kanban (2-bin kanban)
- ✓ 3-kutu kanban (3-bin kanban)

1-kutu kanban en kolay kanban uygulamasıdır. Bu kanban sistemi daha çok, kutudaki parça ve malzemelerin sürekli ve belirlenebilen bir hızda tüketildiği durumlar için uygundur. Elde yedekte bekleyen çok fazla parça ve malzeme olmadığı için ani ve dengesiz talep durumunda bu sistem aksayabilir. Bu sistemde parça/malzeme tedariki için "tek kutu" kullanılır. 1-kutu yönteminde amaç, mevcut tek kutu içindeki malzeme tamamen tükenmeden siparişin verilmesi ve böylece kutunun hiç boş kalmamasıdır. Bu yöntemde genelde; ya kutu içinde bir noktaya yeniden sipariş verme çizgisi çizilir ya da kutu içinde bir noktaya, ki bu nokta sipariş verme noktasıdır, bir ayırıcı ve altına kanban kartı konur. Çizginin kullanılması durumunda kutu içindeki malzeme tüketilip bu çizginin hizasına gelince sipariş verilir. Ayırıcı kullanılması durumunda kutu içindeki malzeme ayırıcıya kadar kullanıldığında buradaki kanban kartı alınır ve bu kart ile sipariş verilir. Kutu tamamen boşalıp boş bekleme oluşmadan bu siparişlerin kutuya gelmesi gerekir.

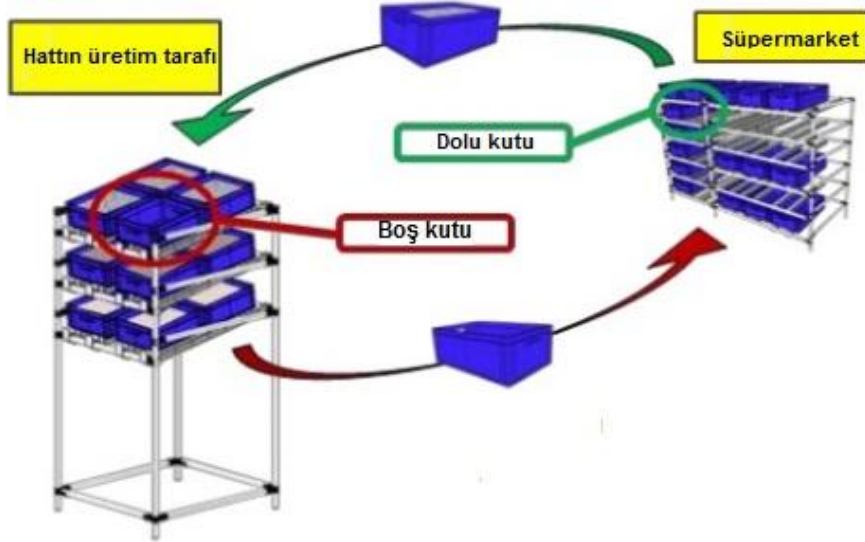


Şekil 4 1-kutu kanban sisteminin çalışma yapısı

2-kutu kanban en çok uygulanan kanban uygulamalarından biridir. Bu uygulamada, her iş istasyonunda her üründen iki kutu (konteynır) bulunur. Bu kutular genelde eğimli yüzeyde arka arkaya konular. Öndeki kutu boşalınca arkadaki dolu öne gelir. Boş kutu ise üretimi veya malzeme hareketini tetikler, bu neden 2-kutu kanbanda bir boş kutu kanban sinyali olarak iş görür. Ancak aynı boyutta kutular düşünüldüğünde bu yöntemde tek kutu yöntemine göre daha fazla alan ihtiyacı vardır. Ancak yine aynı boyutta kutular düşünüldüğünde tek kutu yöntemine göre daha fazla stok tutulabilir, böylece dalgalanmalara karşı daha dirençli olursa da fazla stok israf gibi de düşünülebilir. Her durumda stok geleneksel sistemlere göre daha düşüktür.

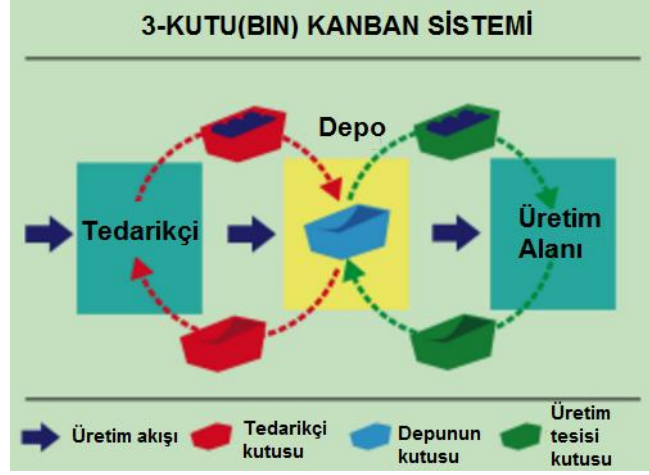


Şekil 5 2-kutu kanban sisteminin çalışma yapısı



Şekil 6 2-kutu kanban sisteminin çalışma yapısı

3-kutu kanban sistemi farklı departmanları veya farklı süreçleri ana montaj veya ana üretim hattına bağlayan kanban sistemidir. Bu kanban sistemi genelde bir firmanın dış tedarikçilerinin de kanban sistemine dahil edilmesi için kullanılır. Bir 3-kutu kanban sisteminde, bir kutu ürünlerin üretildiği tesiste (veya üretim alanında), bir kutu malzemelerin veya parçaların tutulduğu depoda, bir kutu da tedarikçinin alanında bulunur. Ürünlerin üretildiği tesis, malzemeleri tükettiğinde boş kutu doldurulmak üzere depoya gönderilir. Depoda bu boş kutu doldurulduktan sonra tekrar üretim alanına gönderilir. Deponun boşalan kutusu ise doldurulmak üzere tedarikçiye gönderilir. Tedarikçi deponun boş kutusunu doldurup tekrar depoya gönderir. Daha sonra tedarikçi kendi boşalan kutusu tamamlamak için üretim yapar. Bu sistemde boş kutular ihtiyaç için bir sinyal olarak kullanılır. Bu sistemde kanban kartları, kutuların üzerinde veya içinde tutulur. Kutularla beraber kanban kartlarının da kullanılmasının temel nedeni, kutularının içeriğinin ve kutu kapasitesinin (veya ihtiyaç miktarının) belirtilmek istenmesidir. Böylece yanlış anlamalar önlenir. 3-kutu kanban sisteminin çalışması için tedarikçilerle güçlü ve güvenli bir iletişim gerekir. Ayrıca tedarikçiler kanban sistemini kullanabilecek yeteneğe sahip olmalıdırlar.



Şekil 7 3-kutu kanban sisteminin çalışma yapısı



Resim 6 Borkodların bulunduğu kutular/konteynırlar (bin)

2.5. Kanban kartı sayısının hesabı

Kanban sisteminde sistem içinde dolaşan kanban sayısı sistem için hayati bir öneme sahiptir. Sistemdeki kanban kartı sayısı arttıkça sistemde dolaşabilecek malzeme ve WIP sayısı da artar. Artan WIP, çekme sisteminin amacına ters bir durum oluşturur. Eğer bir sistem gereğinden çok az sayıda kanban kartına sahipse siparişleri yetiştiremeyebilir. Eğer bir sistem gereğinden fazla kanban kartına sahipse bu sefer de aşırı stok durumu oluşabilir.

Kanban kartı hesabı bir sistemde yer alan her ürün tipi için yapılmalıdır. Kanban kartı sayısını hesaplamak için farklı yöntemler mevcut olsa da en bilinen yöntem aşağıdaki gibidir:

$$\text{Kanban kart sayısı} = \frac{\text{Gerekli Stok}}{\text{Taşıyıcı Kapasitesi}}$$

$$\text{Gerekli Stok} = D(p + w)(1 + \alpha)$$

C = Taşıyıcı (konteynır veya kutu) kapasitesi

D = Bir ürün için günlük veya saatlik talep (birim: adet/gün veya adet/saat). Bazı uygulamalarda maksimum müşteri talebi olarak kullanılabilir.

p = Parça başına işlem süresi (çevrim süresi de dikkate alınabilir)

w = Kanban kartlarının bekleme süresi (örneğin kartların taşınma, toplanma ve bekleme süreleri)

α = Güvenlik katsayısı (sistemdeki kayıpların oranını gösterir)

Sonuç olarak aşağıdaki formül elde edilir. Bu formül Toyota tarafından da kullanılan bir formüldür:

$$\text{Kanban kart sayısı} = \frac{D(p + w)(1 + \alpha)}{C}$$

Not: Aşırı stok ve kanban sayısı arasında önemli bir ilişki vardır. Kanban sayısı ne kadar az ise stok ta o ölçüde azalır.

2.6. Kanban Kuralları

Kanban sisteminin aksamadan çalışması için aşağıdaki kurallara kesinlikle uyulmalıdır:

1. Bir istasyon, her zaman kendisinden önceki istasyondan (veya ara stoktan) sadece kanban kartı ile malzeme çekebilir.
2. Hiçbir istasyon kanban kartı miktarından daha fazla ürün üretmez.
3. Kanban kartı olmaksızın herhangi bir üretim veya malzeme hareketi yapılamaz.
4. Herhangi bir arızalı parça, kanban kartı ile bir sonraki istasyona gönderilmez.
5. Kullanılan kanban kartlarının sayısı sürekli olarak azaltılmalıdır. Bu azaltma işlemi, operasyonun verimsiz olacağı noktada kesilir.
6. Talepte meydana gelen ufak değişimlerde kanban kartı sayısı değiştirilmemelidir.
7. Büyük talep değişikliği veya proses değişikliklerinde kanban kart sayısı yeniden hesaplanmalıdır.

Notlar:

1. Bazı ERP sistemleri kanban sistemine entegre olabilmektedirler.
2. Kanban sistemi tasarımında bazı hayati faktörler:
 - Mevcut sistemin kanban sistemine uygunluğunun incelenmesi
 - Kanban sisteminin seçimi
 - Kart veya kutu tasarımı (adet, kutu kapasitesi, riskler, minimum stok miktarı)
 - Kanban sayısının hesaplanması

3. Bir kanban sisteminin kurulmasında ilk adım olarak düzenli ihtiyaç olan parça veya malzemelerin belirlenmesi olabilir. Kanban sisteminin düzenli taleple çalıştığı ve aşırı dalgalanmalara karşı tepki veremediği unutulmamalıdır.
4. Kanbanlar bir sistemdeki süreç içi stoku (work in process-WIP) temsil ederler. Kanban sisteminin amacı WIP'i azaltmak veya kontrol altına almaktır.
5. "Yeniden sipariş verme noktası" ile "kanban"ın kıyaslanması:
 - Yeniden sipariş noktası yaklaşımında bilgi ve malzeme ayrı ayrı yönetilirken kanbanda malzeme ile beraber hareket eder, ayrılmaz.
 - Kanban görsel kontrol aracı iken yeniden sipariş verme noktası yaklaşımı görsel kontrol yeteneğine sahip değildir.
 - Her iki yaklaşım da stok yönetimi yapar (stok maliyetleri azaltmak vb.)
 - Her iki yaklaşım da aşırı dalgalı talep değişimlerine çok uygun değildir.

Bilgi: Yeniden sipariş noktası yaklaşımı için stok yönetimi veya üretim yönetimi ders notlarınıza göz atınız.