

2017-2018 Öğretim Yılı

ÜRETİM SİSTEMLERİ DERSİ

Ders Notları

YTÜ Endüstri Mühendisliği Bölümü
Prof. Dr. Mesut ÖZGÜRLER

1. MODERN İMALAT SİSTEMLERİ

Prodüktiviteyi artırmak için günümüzde tezgah sistemleri ve transfer hatları ile gerçekleştirilen imalat sistemleri vardır. İki sistemin arasındaki fark, basitleştirilmiş bir tarzda şu şekilde açıklanabilir. Tezgah sistemlerinde yapılan işlemlerin sayısı sınırlıdır. Transfer hatlarında işlem sayısı daha çok olmakla beraber parçanın imalatının yanı sıra kontrolü ve bazı hallerde montajı dahi gerçekleştirilebilir.

1.2. Tezgâh Sistemleri

Çeşitli tip ve şekillerde olabilen bu sistemler, parçanın **durak** denilen tutturma yerine göre **tek duraklı** veya **çok duraklı** olabilirler. Tek duraklı tezgâh sistemlerinde (Şekil 1.1) parça bir yere bağlanır ve işlem boyunca yerini değiştirmez. Bu tip tezgâhlar **sabit duraklı** veya **hareketli duraklı** olabilirler. Genellikle büyük parçalar için kullanılan **sabit duraklı** sistemlerde, tezgâha bir parça bağlanır. İşleme bir (Şekil 1.1a), iki (Şekil 1.1b), üç (Şekil 1.1c) veya daha çok yönlerden yapılabilir. Küçük parçalar için uygulanan hareketli duraklı sistemde (Şekil 1.1.d,e,f,g) parçalar, parça başlığı denilen bir tertibata bağlanır. İşleme konumda olan parça işlendikten sonra, parça başlığının endekslerde hareketi ile, sonraki parça işleme konumuna gelir. **Çok duraklı** sistemlerde (Şekil 1.2) parça tezgâha bağlandıktan sonra duraktan durağa hareket eder ve her durakta ayrı işlemler görür. **Transferli tezgah sistemleri** denilen bu tezgâhlar, transfer sistemine göre **doğrusal** (Şekil 1.2a) ve **dairesel** (Şekil 1.2b) olabilirler. Dairesel hatlı transfer yerleştirilecek işleme ünitesi açısından sınırlıdır. Genellikle bu tür tezgahlardaki daireysel hat çapı 3 metre kadardır. Yerleştirilecek olan ünite sayısı takriben en fazla 8 civarındadır (Şekil 1.4). Teknolojik özelliklerine göre tezgah sistemleri **tek işlemli** veya **çok işlemli** olmak üzere ikiye ayrılabilirler. Tek işlemli sistemlerde sadece, delme tornalama veya frezeleme; çok işlemli sistemlerde ise delme, frezeleme ve tornalama, gibi işlemler yapılabilir.

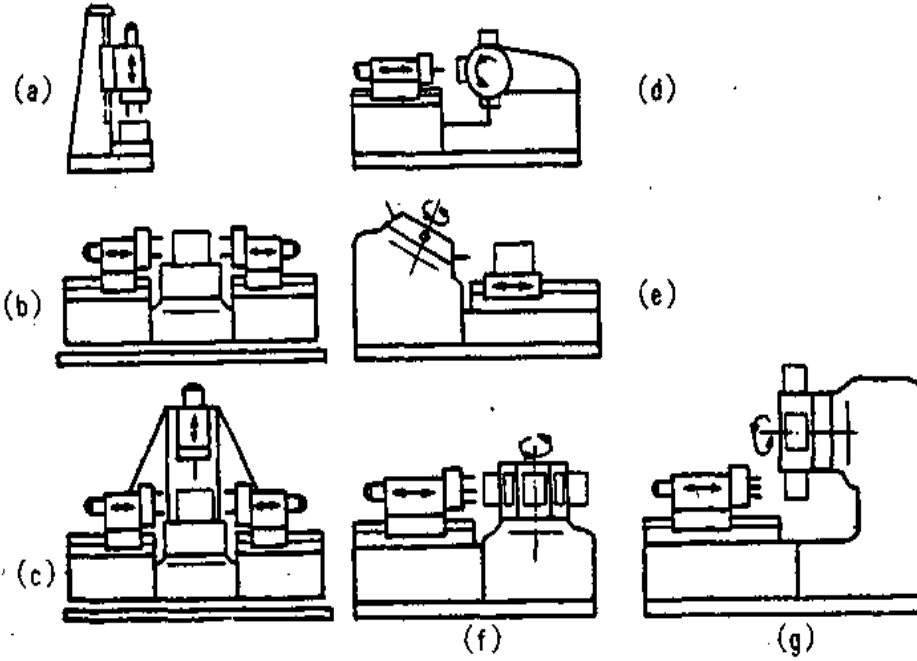
Transfer tezgahlarının avantajları:

1. Prodüktiviteyi artırır
2. Aynı iş için kullanılacak olan takım tezgahının sayısı azalır
3. İşletme içerisinde aynı işi yapacak olan tezgahın işgal ettiği alanlar daha az yer kaplar
4. Daha az sayıda işçi gerektirir
5. İş parçasının işlem hassasiyeti iyileşir
6. Parçanın imalat zamanı azalır ve buna bağlı olarak parçanın maliyeti düşer

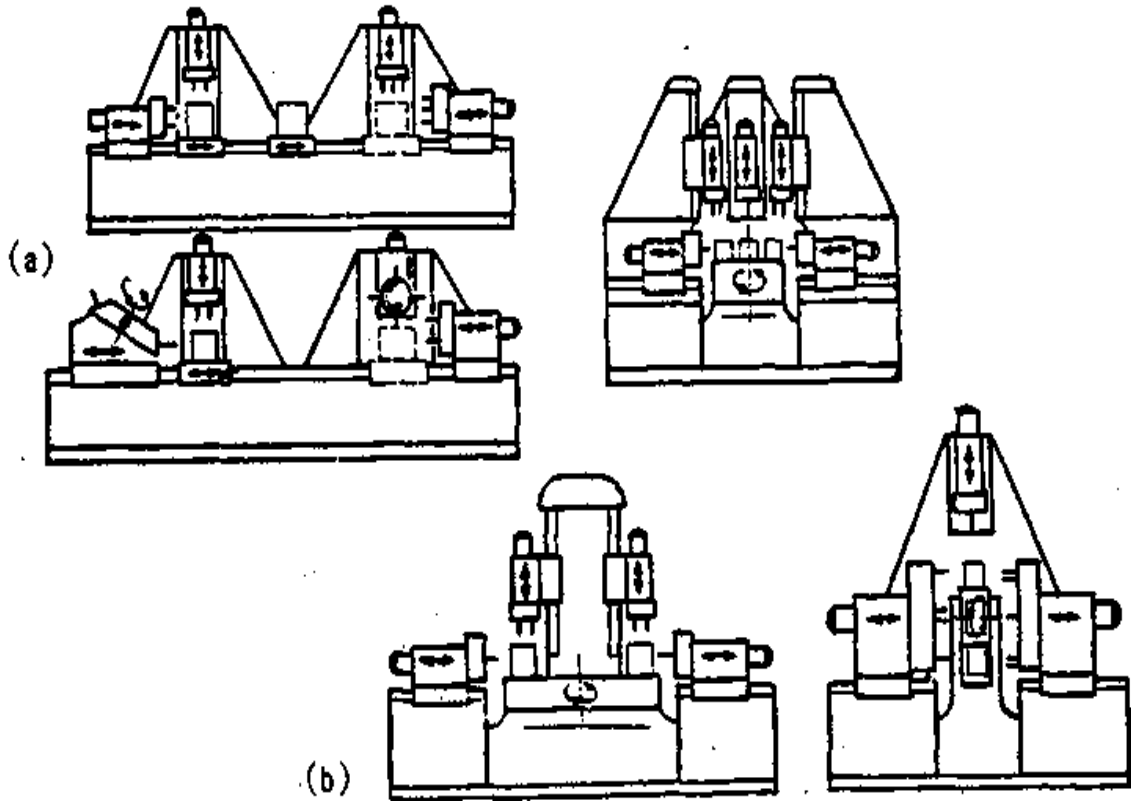
Transfer tezgahlarının dezavantajları:

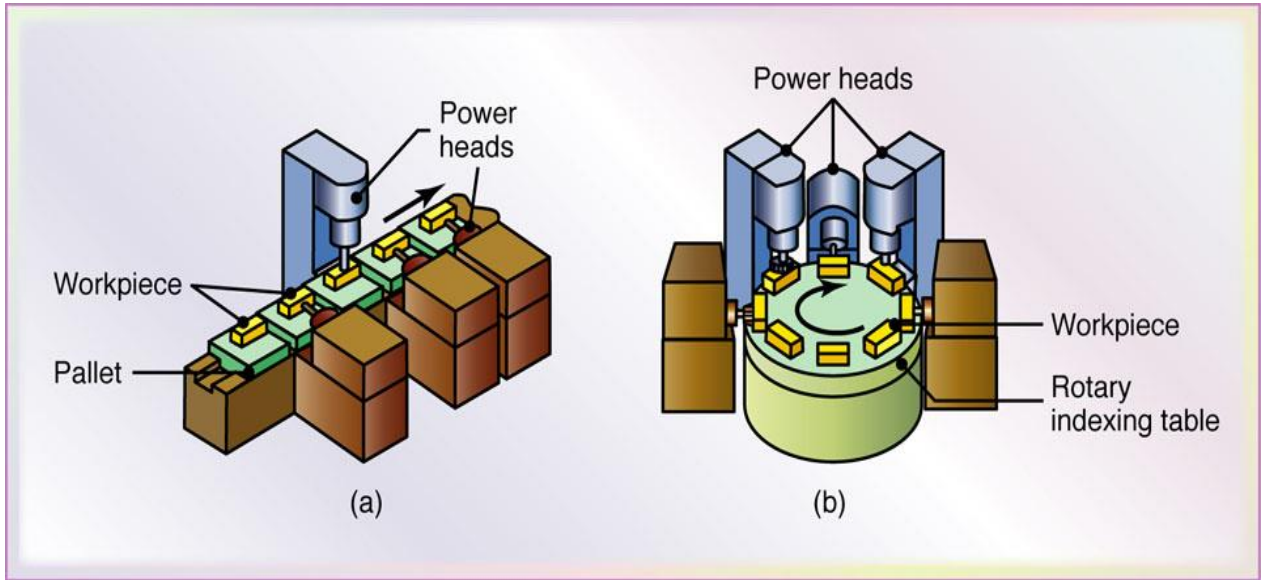
1. Kuruluş masrafları yüksektir
2. İmal edilen parçadaki değişik çok pahalıya ve zamana mal olan yeniden ayarlama problemi çıkarır

3. Hat üzerindeki ve işleme ünitelerindeki tek bir arıza bazen bütün sistemin durmasına neden olur
4. Sistemin servisi (bakım, tamir vs) kalifiye eleman kullanmayı gerektirir.

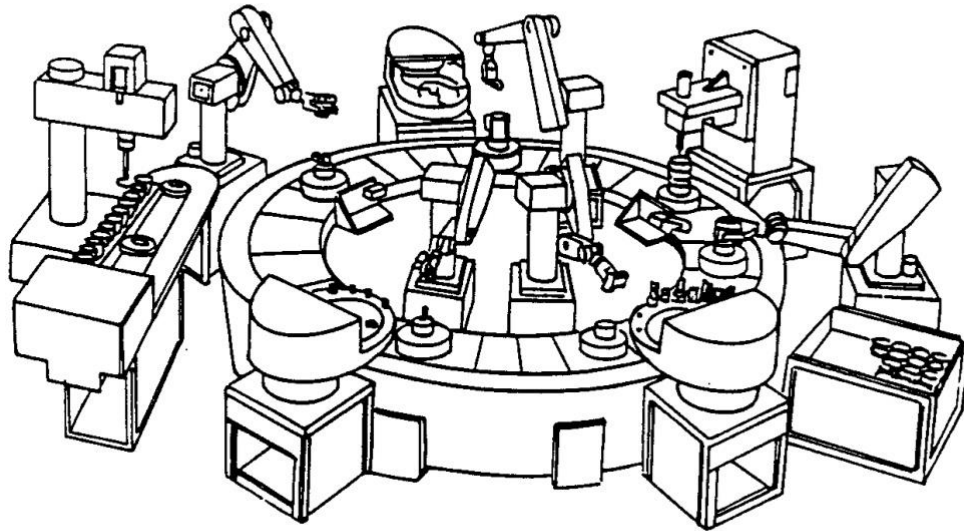


Şekil 1.1. Tek duraklı tezgah sistemleri



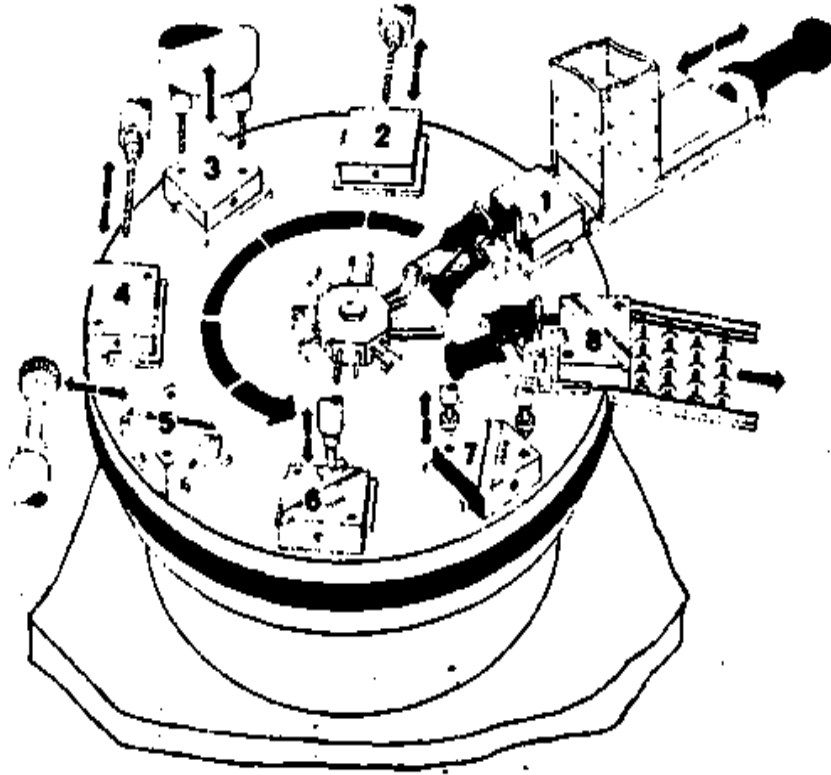


Şekil 1.2. Transferli tezgah sistemleri a. Doğrusal transferli, b. Dairesel transferli



Şekil 1.3. İş parçalarının robotlarla taşındığı dairese transfer tezgahı

Şekil 1.4'te dairese transferli tezgahının şeması verilmiştir. Burada: 1-bağlama durağı, 2,3,4,5,6,7-işleme durakları, 8-parçayı çözme (tezgahı boşaltma) durağıdır. Her durakta bir parça bulunur; 1. durağa parça yüklendiğinde diğer duraklardaki parçalar, çeşitli işlemler görürler. İşlem bittikten sonra, tablanın endeksleme hareketi ile 1. durakta bulunan parça 2. durağa, burada bulunan parça 3. durağa v.b. şeklinde geçer ve burada gereken işlemi görür. Parça 8. durağa gelince masadan çözülür ve tezgahı uzaklaştırılır. Parça yükleme ve çözme işlemleri otomatik olarak yapılır. Aşağıda gösterilen transfer tezgahları genellikle küçük parçaları işlemek için kullanılır.

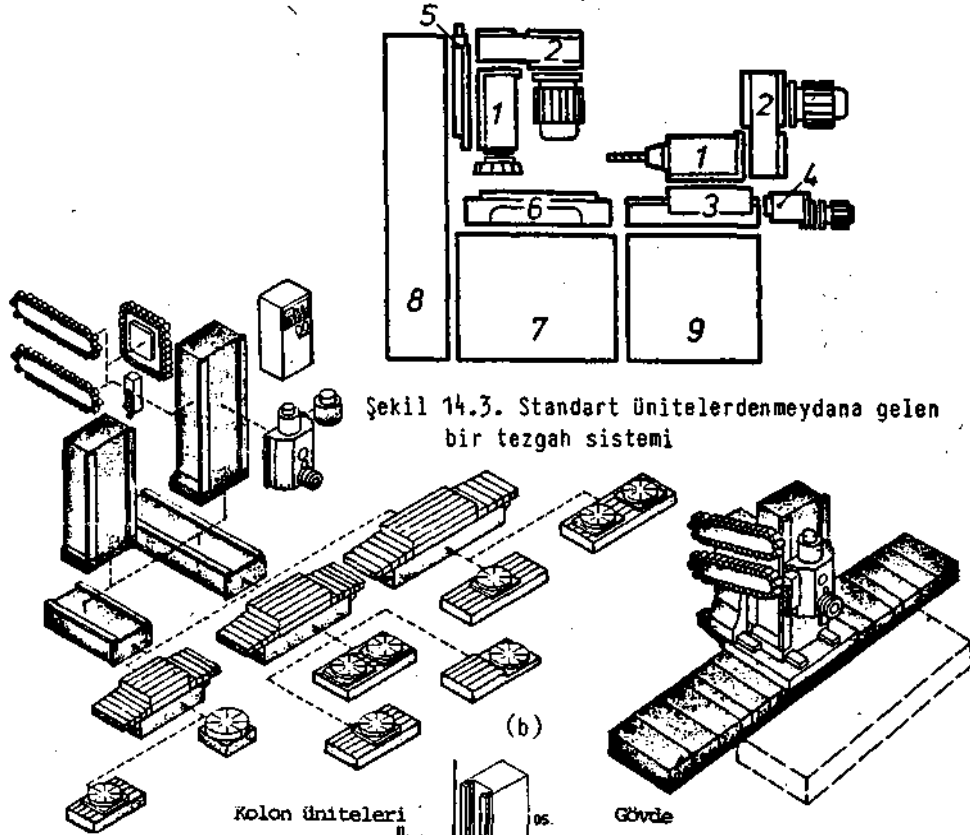


Şekil 1.4 Dairesel transferli tezgah sistemi

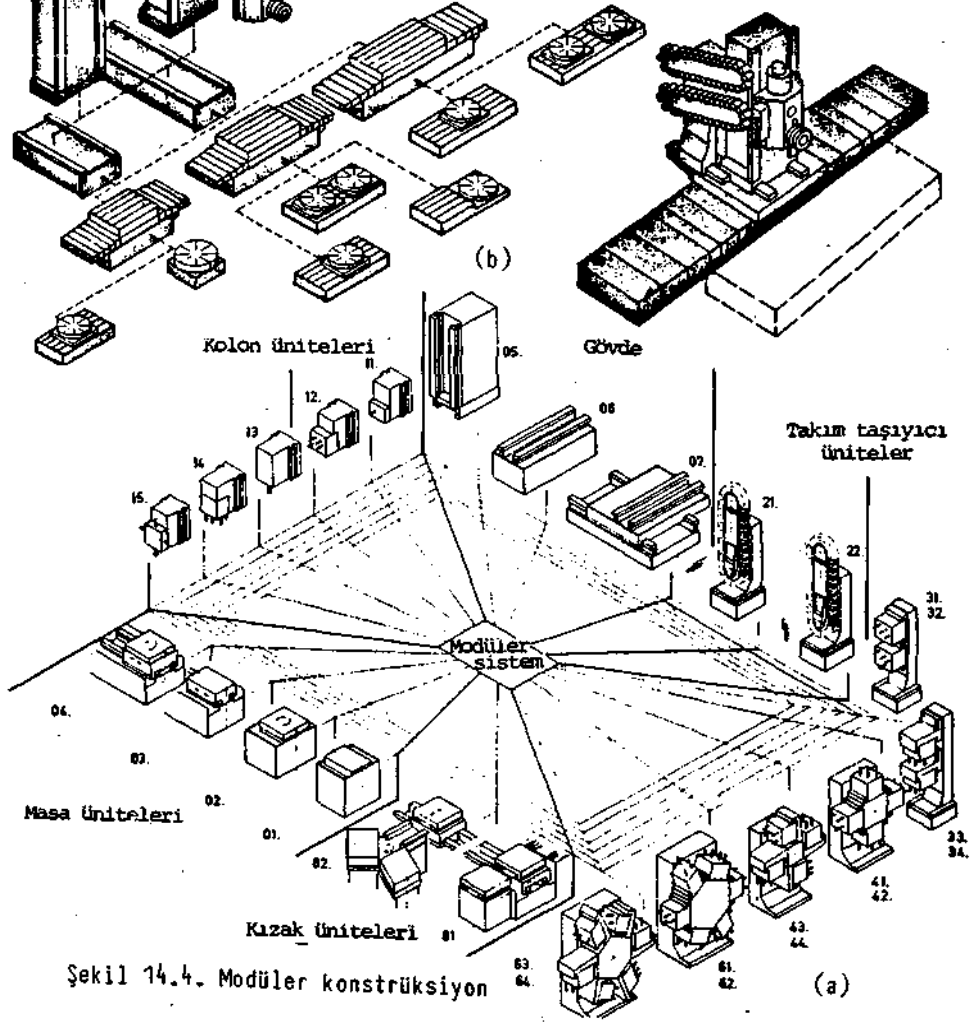
Tezgah sistemlerin konstrüksiyonunda, genellikle **standart** üniteler kullanılır. Bu bakımdan tek duraklı bir tezgâh sistemi (Şekil 1.5); iş üniteleri veya çalışma başlıkları (1), güç ve hareket üniteleri (2,4), kızak üniteleri (3,5), parçanın bağlandığı tabla ünitesi (6) ve gövde üniteleri (7,8,9) gibi ünitelerden meydana gelir. Bu konstrüksiyon tarzına **modül konstrüksiyon** da denilir.

Modüler konstrüksiyonda üniteler standart şeklinde ayrı ayrı olarak imâl edilirler ve sonra işlenecek parçanın şekline, boyutlarına ve uygulanacak teknolojiye göre birleştirilerek tezgâh sistemini meydana getirirler. Yöntem iki şekilde gerçekleştirilebilir.

Birincisinde, Şekil 1.5.a' da gösterildiği gibi, çeşitli standart ünitelerden, çeşitli tezgah sistemleri meydana getirilebilir. İkincisinde, tezgahın ana elemanına, örneğin Şekil 1.5.b'de gösterilen sistemde kolona, çeşitli ilaveler eklenerek, aynı tezgah tipinin çalışma kapasitesinin artırılması yoluna gidilebilir.



Şekil 14.3. Standart ünitelerden meydana gelen bir tezgah sistemi

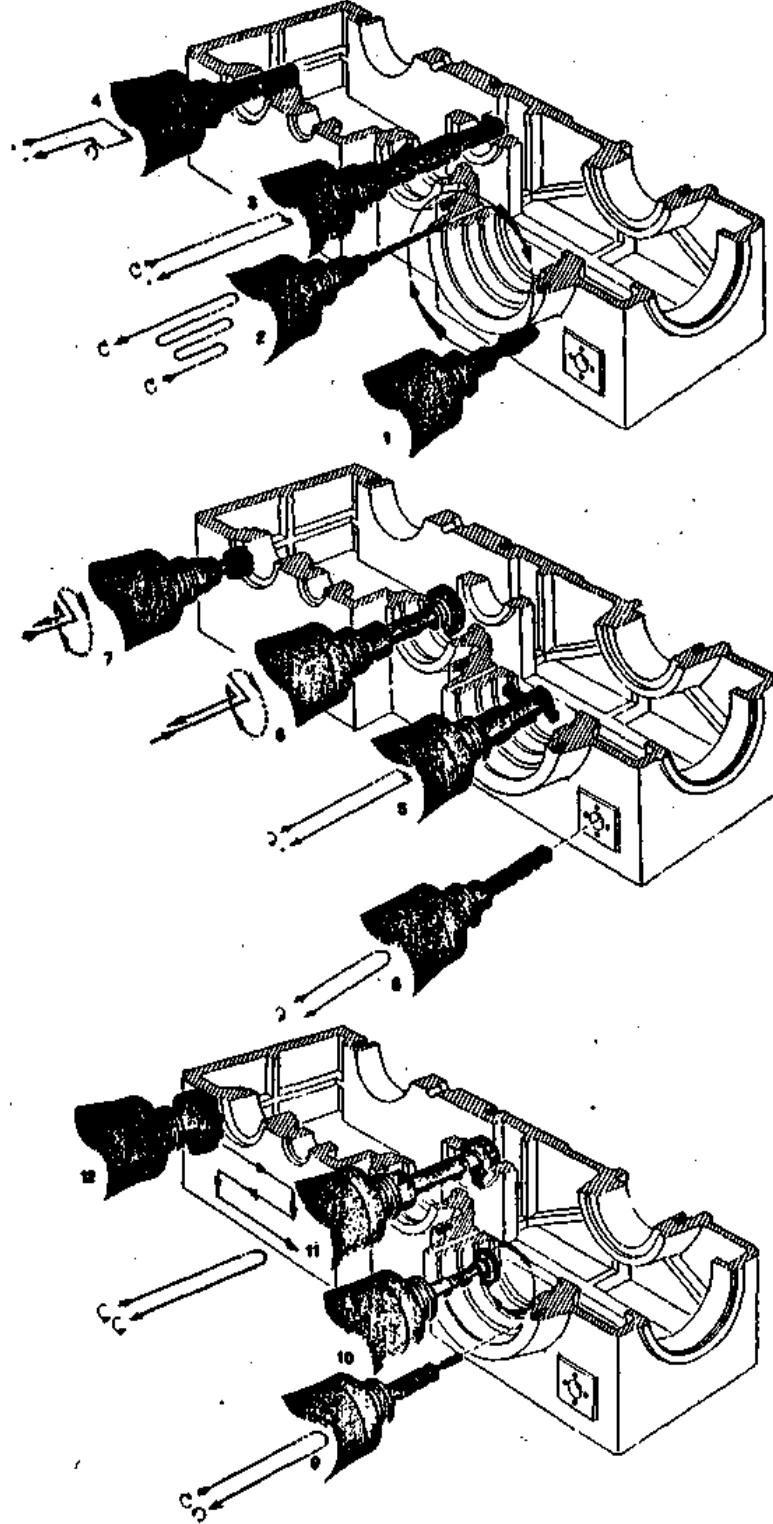


Şekil 14.4. Modüler konstrüksiyon

Şekil 1.5 Modüler Konstrüksiyon

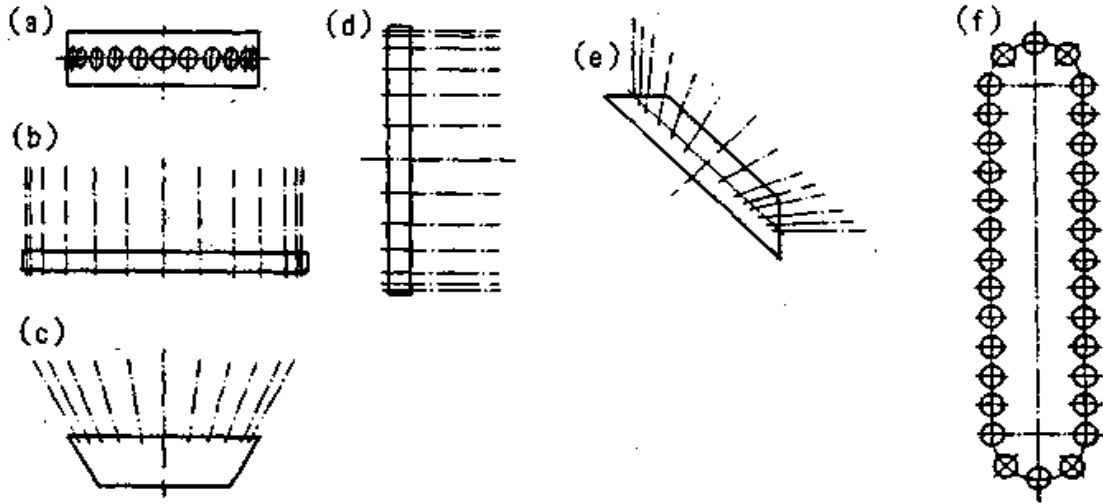
Büyük parçaların işlenmesi, işleme merkezi (machining center) denilen tezgahlarda gerçekleştirilir. Bu tip tezgahlarda birçok işlemler yapılır, örneğin Şekil 1.6' da gösterilen gövdeyi işlemek için çeşitli takımlar kullanılarak şu işlemler yapılır: 1-saplı freze ile dış frezeleme, 2-matkapla uç strokta delik delme, 3-kater tipi takımla delik delme, 4-kater tipi bir takımla deliğin arka yüzeyini işleme, 5-kater tipi takımla

delik faturalarını işleme, 6-alın freze ile deliğin arka kısmını düzeltme, 7-alın freze ile deliğin ön kısmını düzeltme, 8-matkapla delik delme, 9-kılavuzla vida açma, 10-disk freze ile delik kanallarını açma, 11-ucu desteklenen bir katerle orta deliğin ön yüzeyini düzeltme, 12- alın freze ile deliğin alın yüzeyini işleme.

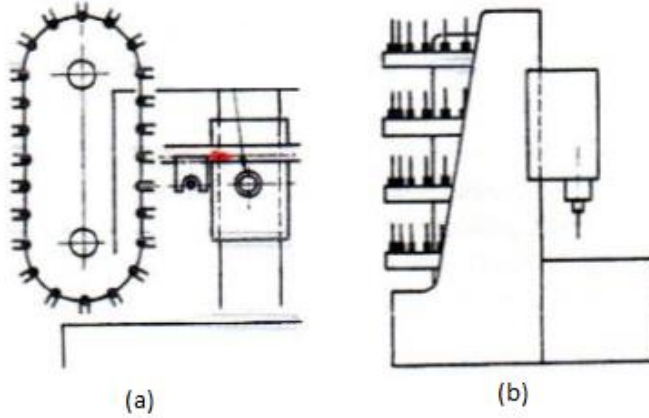


Şekil 1.6 İşleme merkezinde işlenen bir gövdenin operasyonları

Takım değiştirme zamanını azaltmak ve dolayısıyla prodüktiviteyi artırmak için bu tezgâhlar, parçanın işlenmesi için gereken takımları depolayabilen **magazin** ve parçayı otomat olarak işleme yerine getiren **palet** denilen sistemlerle donatılırlar. Takımların yerleştirme tarzlarına göre magazinler (Şekil 1.7); disk (a), tambur (b,c, d,e) veya elevator (f) şeklinde olabilirler. Elevatorlu magazinler zincirli (Şekil 1.8a) veya katlı (Şekil 1.8b) şeklinde olabilirler. Şekil 1.9' da çeşitli zincirli magazin tipleri gösterilmiştir. Magazinli tezgahlarda sırası gelen takım, otomatik olarak magazinden alınır ve tezgahın ana miline tutturulur.

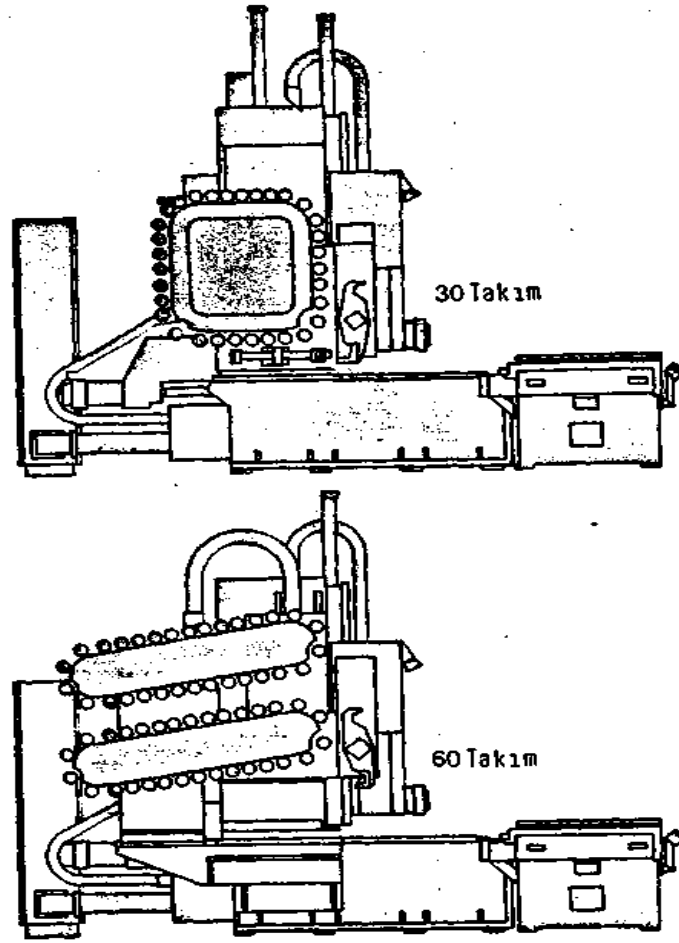


Şekil 1.7 Magazin Çeşitleri, a- Disk, b, c, d, e- Tamburlu, f- Elevatörlü

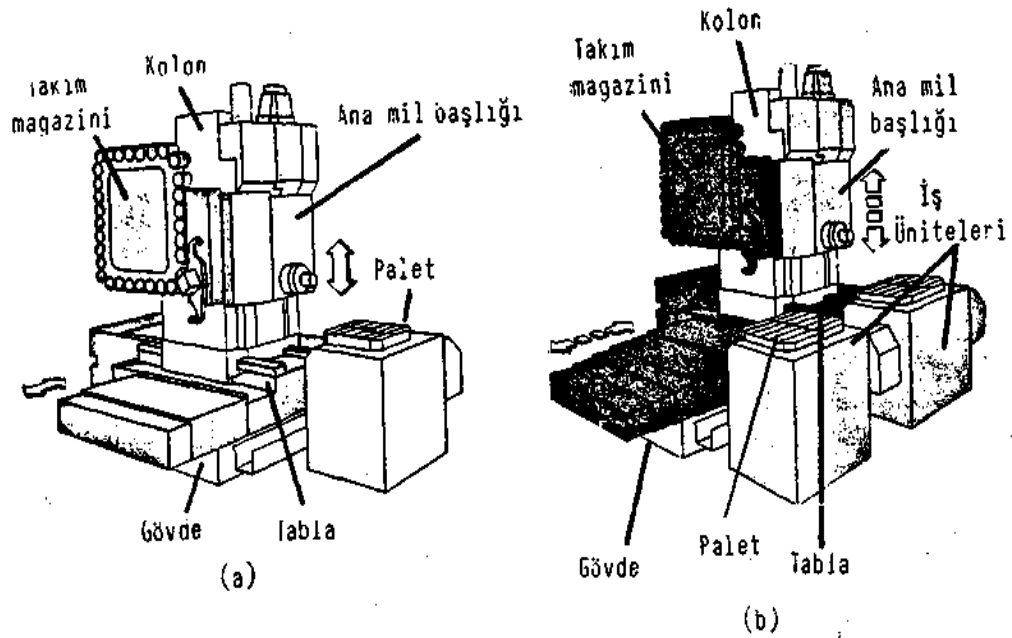


Şekil 1.8 Elevatörlü magazinler a- Zincirli b- Katlı,

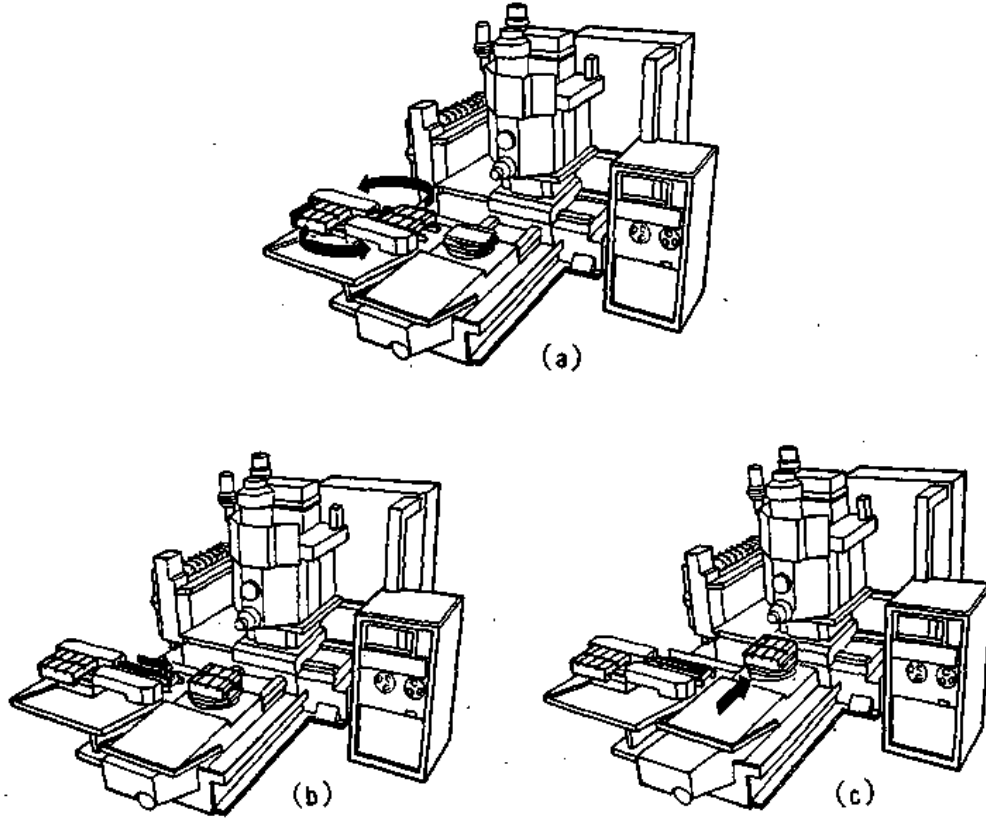
Paletli parça yükleme sistemi tek (Şekil 1.10a), çift (Şekil 1.10b) veya değiştirilebilir palet sistemi olabilir. Değiştirilebilir palet sisteminde, işlenmiş ve işlenecek parçayı taşıyan paletler yer değiştirdikten sonra (Şekil 1.11a), işlenecek parçayı taşıyan palet kaba bir hareketle tezgahın tablasına itilir (Şekil 1.11 b) ve sonra hassas bir hareketle tam işlenecek konuma yerleştirilir (Şekil 1.11c). Şekil 1.12'de magazinli ve paletli bir işleme merkezi gösterilmiştir. Bu tezgah beş eksenli CNC tezgahıdır.



Şekil 1.9 Zincirli-konveyör magazin tipleri



Şekil 1.11 Paletli parça yükleme sistemleri a- Tek paletli, b- Çift paletli



Şekil 1.12 Değiştirilebilir palet sistemi

1.2. TRANSFER HATLARI

Transfer hatları, parçanın teknolojik operasyon sırasına göre sıralanmış ve parçayı tamamen işlenmiş haline getiren tezgahlar grubudur. Parçanın getirilmesi, tezgahtan tezgaha taşınması, tezgaha bağlanması ve çözülmesi, ana kontrolü, son kontrolü ve hattan uzaklaştırılması otomatik olarak yapılır. Bu nedenle bu sistemlere otomatik transfer hatları da denilir. Parçaların işlemlerini, montajını veya işleme ve montajını yapabilen transfer hatları, çeşitli üniversal, otomat tezgahlardan, tezgah sistemlerinden meydana gelebilirler. Bu hatlarda, ısıtma işlem ve yıkama tertibatları da yer alabilir. Çok çeşit olmalarına rağmen, çalışma ilkesi bakımından transfer hatları **rijid ve esnek** olmak üzere iki gruba ayrılabilirler. Rijid transfer hatlarında, birbirine kenetlenmiş şeklinde bağlanan tezgahlardan parça, direkt olarak bir duraktan diğerine geçmektedir. Bu şekilde bir durağın çalışması diğer durakların çalışmasına bağlıdır. Herhangi bir durakta bir arıza olduğu durumlarda tüm hat durur. Sistem çok üretken olmakla beraber, belirli şekil ve boyutlara sahip olan bir parça için geçerlidir; bu parçada yapılan herhangi bir şekil veya boyut değişikliğini kabul etmez. **Esnek hatlarda**, her durağın magazin veya bünker şeklinde parça bekletme deposu ve otomat parça besleme sistemi vardır. Bu şekilde bir durağın çalışması diğerlerine bağlı olmamakla beraber, parçada yapılan değişiklikler de karşılanabilir. Transfer hatları çok pahalı sistemlerdir. Dolayısıyla bu imalat yöntemlerinin seçimi gelişigüzel değil, bunu haklı kılacak gerekçelere dayandırılmalıdır.

Bu seçimi etkileyen faktörler:

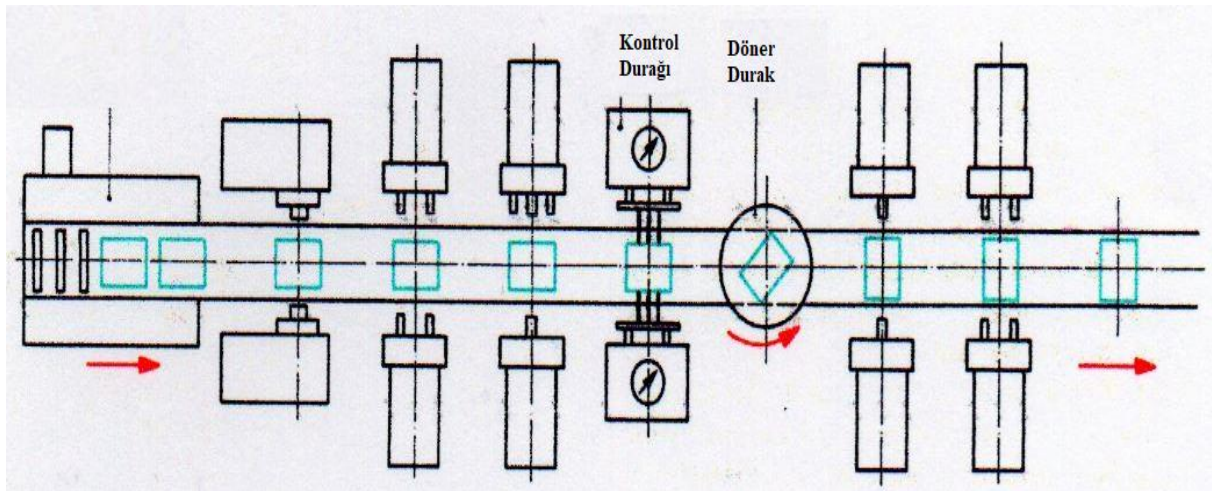
- İmal edilecek parça sayısı;
- İmal edilecek parçanın zamana göre kararlılığı; yani uzun süre piyasada tutulacağı ve değişmeyeceği;
- Parçanın şekli, boyutları ve malzemesi;

Transfer hattının saptanmasına parçanın teknolojisi ile başlanır, işlemler operasyonlara ayrılır, her operasyon için kesme, ilerleme hızları gibi teknolojik doneler tayin edilir ve esas işleme zamanları hesaplanır. Bu donelere dayanarak parça için bir kaç transfer hattı tayin edilir ve fizibilite hesaplarına dayanarak, en uygun transfer hattı seçilir.

Transfer hatlarını karakterize eden önemli bir faktör **işleme ritmidir**. İşleme ritmi, ardışık iki parçanın hattan çıkışları arasındaki geçen zamandır. Bu zaman parçanın teknolojisine ve transfer hattının strüktürüne bağlıdır. Transfer hattının seçiminde, diğer faktörlerin yanı sıra bu faktör de göz önünde tutulur.

1.2.1. Rijid Transfer Hatları

Senkron transfer hatları olarak ta bilinen bu sistemlerde, duraklar birbirine eş mesafede bulunur ve parça **adım adım** denilen konveyörle bir duraktan diğerine taşınır. **Direkt transfer hatlarında** (Şekil 1.13), parça durağın önüne vardığında hat durur ve parça konveyör üzerinde işlenir. İşlem parçanın iki veya üç yüzeyinde aynı anda gerçekleşebilir. İşleme duraklarının yanı sıra, bu o tip transfer hatlarında Şekil 1.13'te gösterildiği gibi, parça yükleme durağı, kontrol durağı, parça konumunu değiştirme durağı, gibi başka duraklar da vardır. Şekil 1.14'te, bir otomobilin kaporta bağlantılarını yapan bir kaynak bir transfer hattı gösterilmiştir.



(a)



(b)

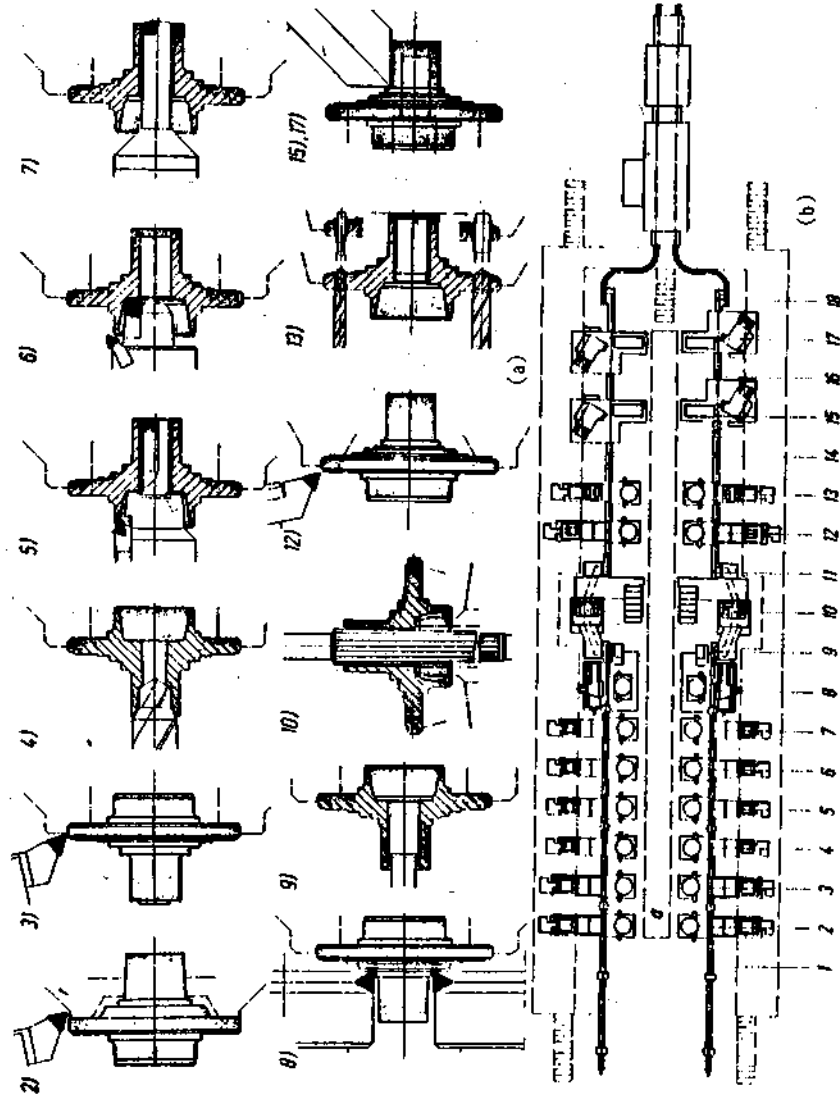
Şekil 1.13 a) Rijid transfer hattı, b) Bir motor bloğunun rijid transfer hattında işlenişi



Otomotiv

Şekil 1.14 Bir otomobilin kaporta bağlantılarını yapan bir kaynak bir transfer hattı

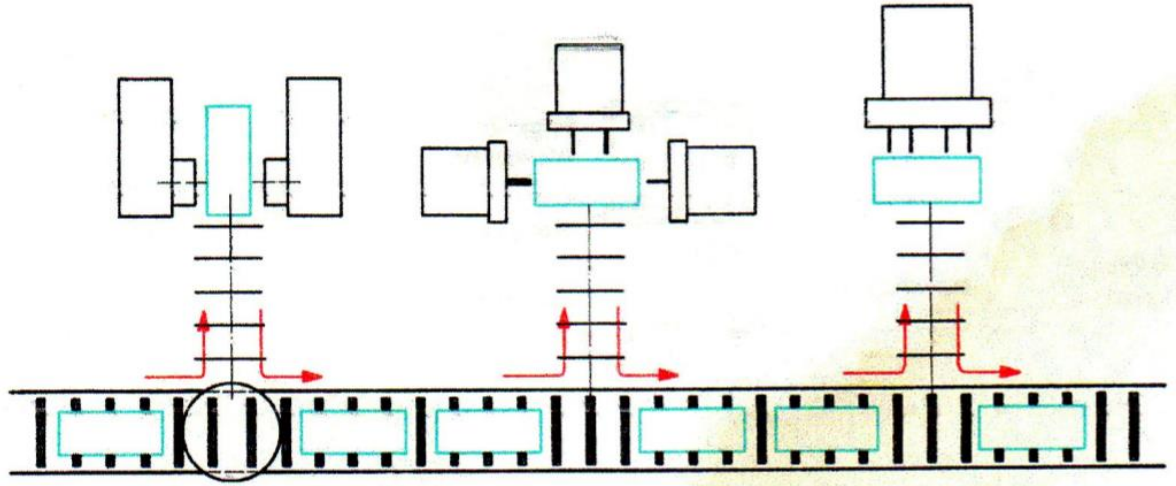
Teknolojisi Şekil 1.15a'da gösterilen bir dişli çark göbeğinin işlenmesi için, Şekil 1.15b'de, ayna ilkesine göre düzenlenmiş iki akışlı transfer hattı gösterilmiştir. Duraklardaki işlemler ve Şekil 1.15a'daki operasyonlar aynı sayı ile gösterilmiştir. Burada: 1. durakta yükleme, 2. ve 3. durakta kopya tezgahı ile tornalama, 4. ve 5. durakta delik işleme, 6. durakta alın tornalama, 7. durakta delik ince işleme, 8. durakta köşe oluşturma, 9. durakta kontrol, 10. durakta raybalama, 12. durakta ince tornalama (kopya tertibatıyla), 13. durakta delik delme, 15. ve 17. durakta silindirik taşlama gibi işlemler gerçekleştirilir.



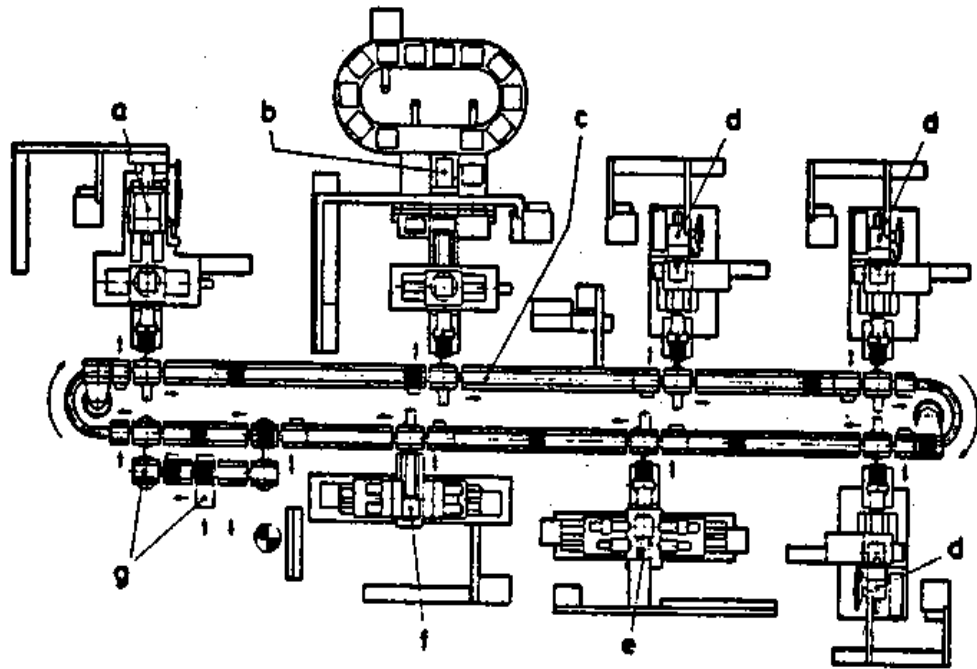
Şekil 1.15 Dişli çark göbeğini işleyen bir transfer hattı
a- İşleme operasyonları, b. Transfer hattının şeması

Girişli çıkışlı rijid transfer hattının prensip şeması şek. 1.16'da gösterilmiştir. Burada da parça, **adım adım** çalışan bir konveyörün vasıtasıyla duraktan duraya taşınmaktadır. Ancak burada parça durağın hizasına geldiğinde ana konveyör hattı durur ve parça

tezgaha taşınır; burada bağlanır, işlenir, çözülür, tekrar ana hatta getirilir ve bunun üzerinde sonraki durağa taşınır. Şekil 1.17'de girişli-çıkışlı halka şeklinde bir transfer hattı gösterilmiştir. Burada: a,b,d,e,f-tezgah çeşitleri, c-konveyör, g-yükleme ve çıkış durağıdır.

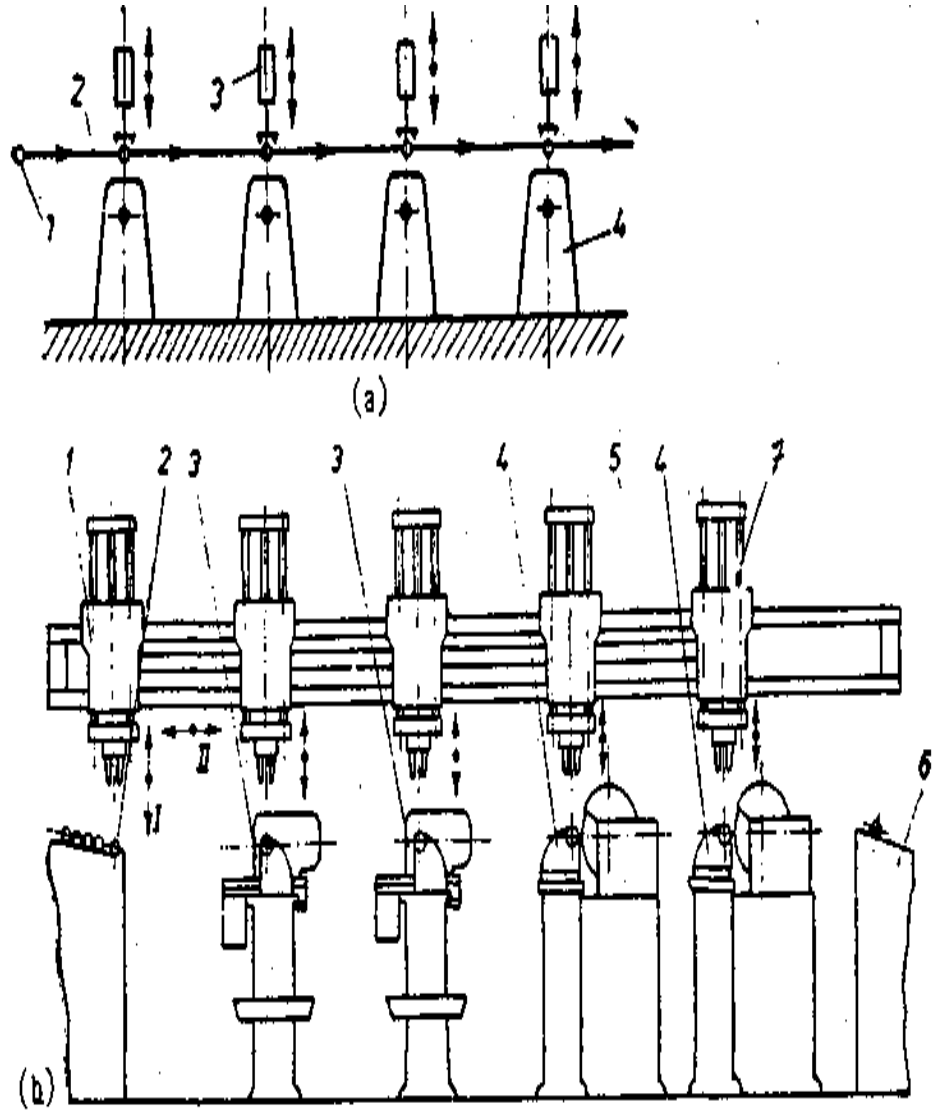


Şekil 1.16 Girişli-Çıkışlı transfer hattı



Şekil 1.17 Girişli çıkışlı halka şeklide transfer hattı

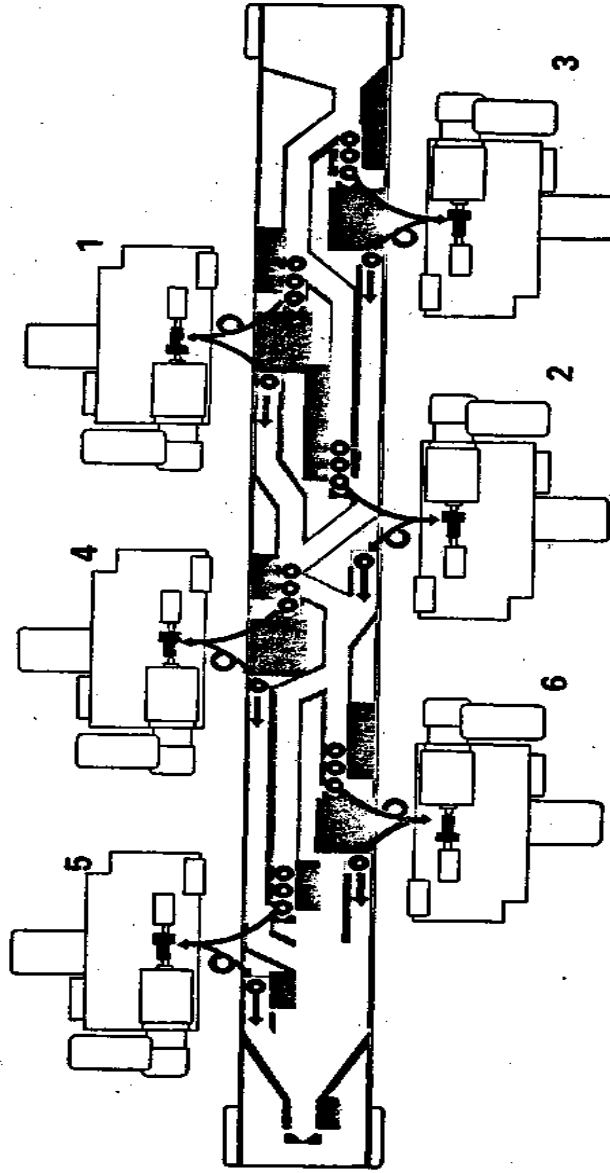
Tezgaha giriş ve çıkış sistemi; Şekil 1.16'da gösterildiği gibi bir konveyörün yardımı ile veya Şekil 1.17'deki gibi mekanik kollarla yapılabilir. Bu son durumda (Şekil 1.18a), her tezgahın hizasında bir mekanik kol (3) bulunur. Parça (1) tezgâh hizasına geldiğinde, kol tarafından alınır ve doğrusal bir hareketle tezgaha götürülür. Burada işlendikten sonra tekrar ana hatta (2) getirilir, bırakılır ve ana hat ile sonraki durağa taşınır. Konveyör yerine parçanın tamamen mekanik kollar tarafından taşındığı hatlar da vardır. Burada (Şekil 1.18b) mekanik kol (1), (5) kızak yolları üzerinde boyuna ve (7) kızak yolları üzerinde enine kayabilen bir kızak tertibatı şeklindedir.



Şekil 1.18. Transfer hatlarında mekanik kolların kullanılması
a.Parçayı tezgaha götüren ve getiren kol sistemi,
b.Parçayı sürekli taşıyan kol sistemi

Bu kollar parçayı (2), parça deposundan alırlar, ana hat üzerinden durağın hizasına gelirler, burada ana hattı terk ederek enine hattan tezgaha (3,4) ulaşırlar. Tezgahta parça koldan çözülmeden işlenir, işlem bittikten sonra tekrar ana hatta gelinir ve bir sonraki durağa hareket edilir. Herhangi bir parça için elverişli olan bu tip transfer hatları torna, freze, taşlama tezgahı gibi universal veya otomat tezgahlardan oluşurlar. Sistem direkt transfer hattından daha esnektir; zira burada ihtiyaç üzere tezgah düzeninde daha kolay bir şekilde değişiklik yapılabilir.

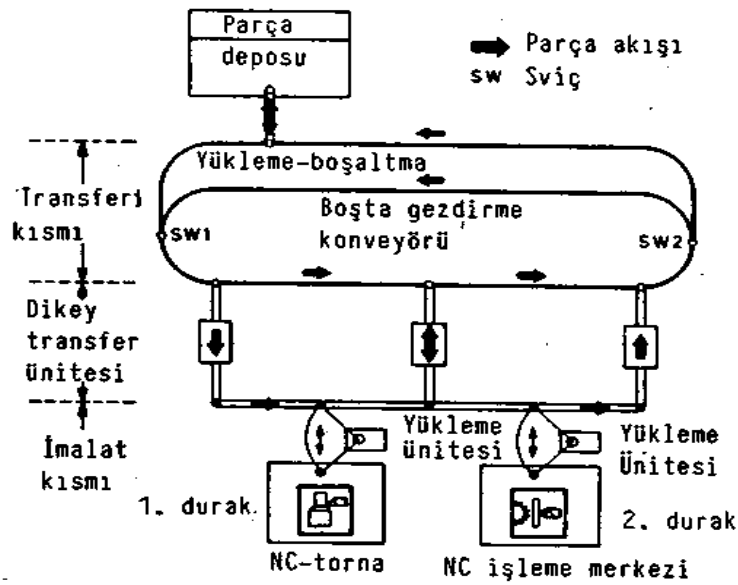
Rijid transfer hatların uygulaması için; bu bölümün başlangıcında belirtilen teknik koşulların yanı sıra, bu sistemi aksatmadan sürekli çalışmasını sağlayacak organizatorik faktörler de önem taşımaktadır, örneğin; yüzlerce takım kullanılan bu sistemde bir takımın kırılması tüm hattı durdurur. Bu arızayı çabuk olarak gidermek için her takımdan en az bir yedek, bazı hallerde iki yedek bulundurulması gerekir. Bu veya buna benzer koşulları sağlayamayan işletmelerde hat, yüksek yatırım ve işleme maliyetini karşılamayacak şekilde verimsiz çalışır.



Şekil 1.19 Parça bekletme ilkesine dayanan esnek transfer hattı

1.2.2. Esnek Transfer Hatları

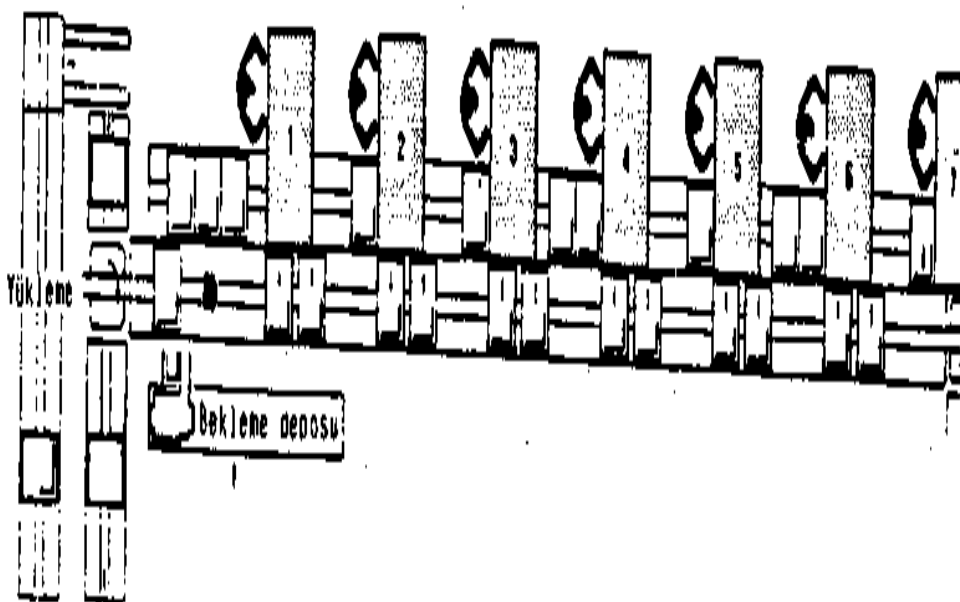
Prodüktivitesi daha düşük olan bu sistemlerin fiyatı oldukça düşük ve "kullanımı daha kolaydır. Sistemin esnekliği her tezgaha "parça bekletme" ilkesine dayanmaktadır. Bu amaçla parça, işlemeye girmeden önce her tezgahta bekletilebilir veya boşta gezdirilebilir. Örneğin Şekil 1.19'da gösterilen hatta, parça her tezgahta beklemekle beraber, girişi 1 veya 3 tezgahlarına verilebilir ve buradan herhangi bir başka tezgaha ulaşabilir. Bu şekilde tezgahlardan herhangi birinin durması, hattın çalışmasını etkilemez. Gezdirme ilkesine göre çalışan bir transfer hattı Şekil 1.20'de gösterilmiştir.



Şekil 1.20 Parça gezdirmeye ilkesine dayanan esnek transfer hattı

Burada biri dış, diğeri iç, olmak üzere iki hat bulunur. Depodan alınan parça dış konveyör hattından NC tornası bulunan 1. Durağın hizasına getirilir, burada bir yükleme tertibatı ile tezgaha bağlanır, işlenir, tekrar konveyöre götürülür ve konveyörle 2. durağa doğru yol alır. Ancak 2. durak herhangi bir nedenle dolu olduğu veya çalışmadığı durumda parça, ana yoldan iç konveyöre ulaşır ve bu hatta, 2. durak açılıncaya kadar dolaşır. 2. durak açıldıktan sonra, parça ana hattan bu durağa ulaşır, işlenir ve konveyörle bitmiş parça deposuna taşınır.

Oldukça pahalı olan otomatik esnek hatların yansı, parçanın tezgahlara bağlanması ve çözülmesi elle yapılan ve prodüktivitesi daha düşük olan yan otomatik esnek transfer hatları da vardır (Şekil 1.21).



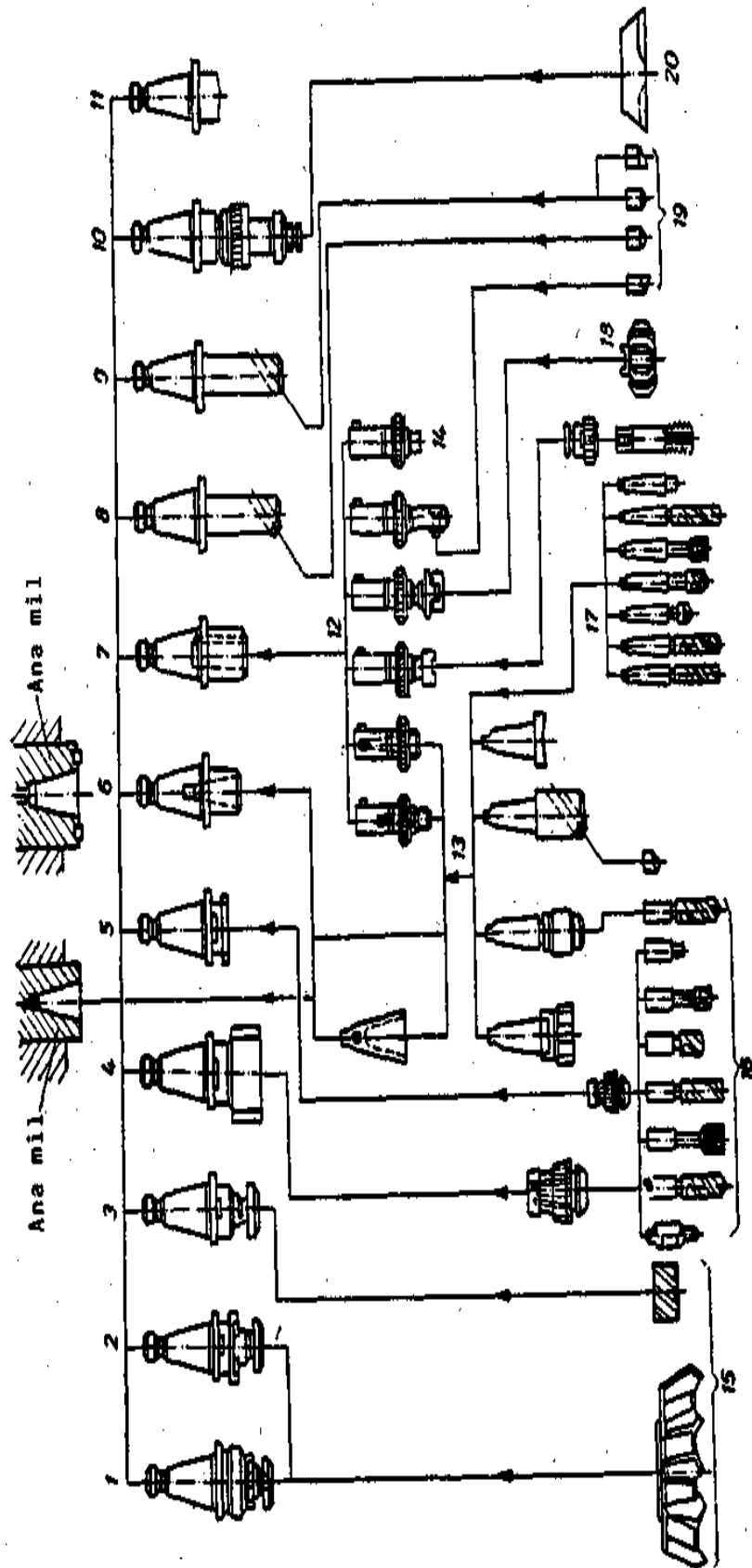
Şekil 1.21 Yarı otomat esnek hatlar

1.3 Otomatik Sistemlerde Takım Besleme, Tutturma ve Çözme Tertibatları

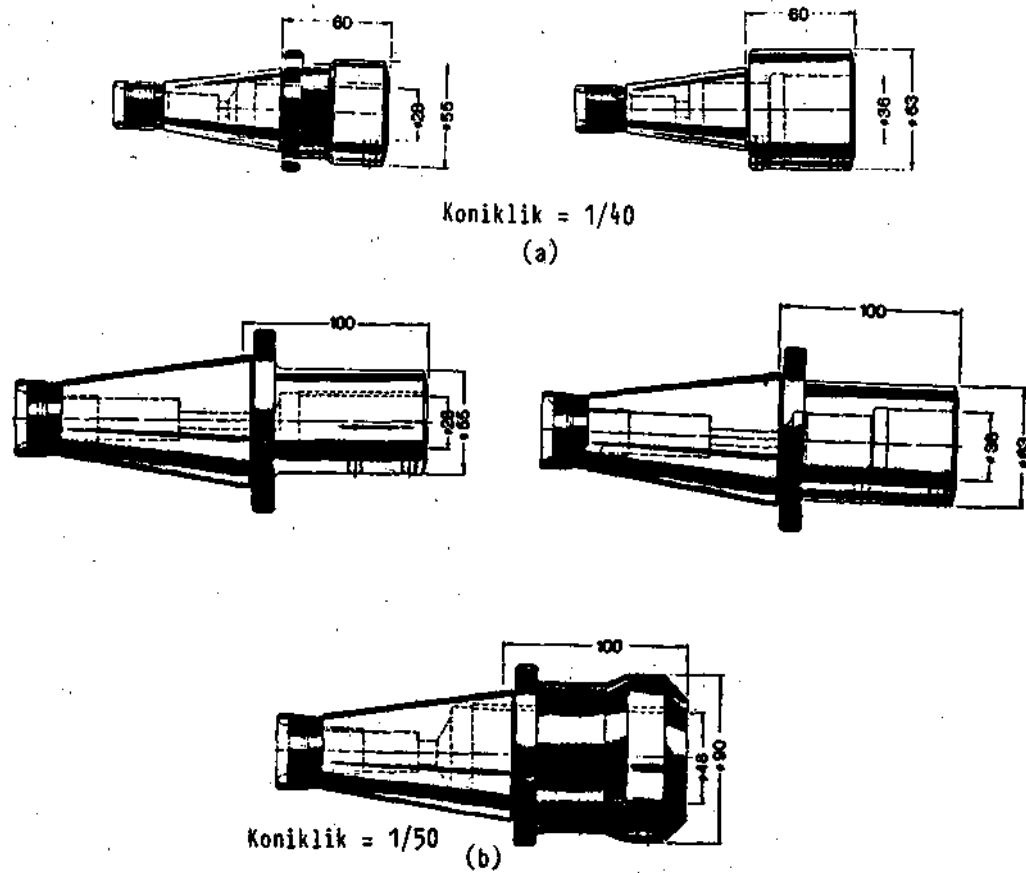
Otomat tezgah ve imalat sistemlerinde yüksek bir prodüktivite elde etmek için, çeşitleri farklı ve sayıları yüksek olan takımların kolay değiştirilebilir ve değiştirme zamanının minimum olması gerekir. Bu koşullar, takımların birleştirilmesi (unifikasyonu) ve standardizasyonu ve otomat takım değiştirme tertibatları ile yerine getirilir.

1.3.1. Takımların Standardizasyonu

Takımların birleştirilmesi ve standardizasyonu takım sistemleri oluşturularak gerçekleştirilmiştir. Takım sistemleri: takım taşıyıcısı, ara parça ve takımdan meydana gelen bir sistemdir. Bu sistemlerin birleştirilmesi ve standardizasyonu şu şekilde mümkün olmuştur. Tezgah ana milinin tutturma tertibatına az sayıda standart takım taşıyıcıları ve bu takım taşıyıcılarına direkt veya ara parçaların yardımıyla çok çeşit takımlar bağlanabilir, örneğin, ana hareketi dönme olan takım sistemlerinin birleştirilmesi gösterilen Şekil 1.22'de, iki çeşit olan ana milin kovanına, 11 adet takım taşıyıcı tespit edilebilir. Bu takım taşıyıcılarına, örneğin 1,2 ve 3 takım taşıyıcısına direkt olarak 15'te gösterilen freze takımları bağlanabilir; 4,5,6,7 takım taşıyıcılarına, 12,13 ve 1 ara parçaları ile 16 ve 17'de gösterilen, delik işleme takımları tutturulabilir; 8 ve 9 takım taşıyıcılarına direkt olarak delik tornalama işlemi için kullanılan uçlar tespit edilebilir.

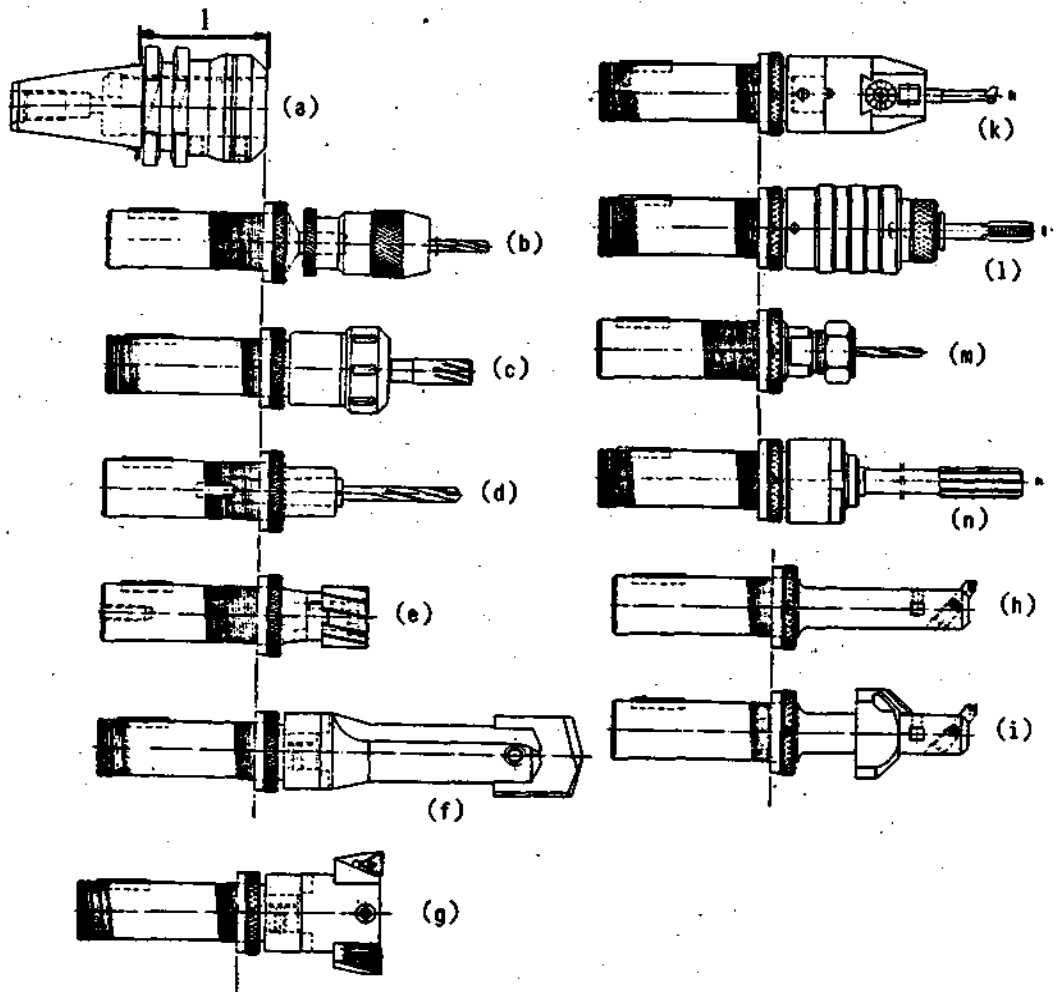


Şekil 1.22 Takım sistemlerinin meydana getirilmesi



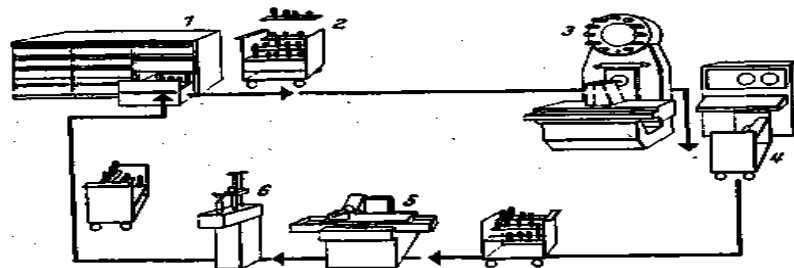
Şekil 1.23 Standart takım taşıyıcıları

Takım sistemlerinde gerek takımın merkezleme ve ayarlanmasında, gerekse değiştirilmesinde, takım taşıyıcısı önemli bir yer oynamaktadır. Bu nedenle takım sistemlerin standardizasyonunda, takım taşıyıcısı ana eleman olarak alınmaktadır. Çeşitli ülkelerde çeşitli tipte standart takım taşıyıcıları imal edilmektedir. Takım taşıyıcıların önemli plan boyutları, konik kısmının konikliği ve uzunluğu, gövde uzunluğu ve iç çapıdır, örneğin Şekil 1.23'te DİN 2080 standardına göre konikliği 40, gövde uzunluğu 60 mm, iç çapı 28 ve 36 mm; konikliği 50, gövde uzunluğu 100 mm ve iç çapı 28, 36 ve 48 mm olan beş standart takım taşıyıcısı gösterilmiştir. Takım taşıyıcısının konik kısmı, ana mildeki boşluğa girer; şöyle ki tezgah dışında kalan ve parça-takım ikilisinin geometrik boyutlarını etkileyen gövde uzunluğu (l)'dir. Gövdenin bu uzunluğu esas alınarak, takım taşıyıcısına, Şekil 1.24'te gösterildiği gibi çeşitli takımlar bağlanabilir.



Şekil 1.24 Takım sistemlerinin referans yüzeyi

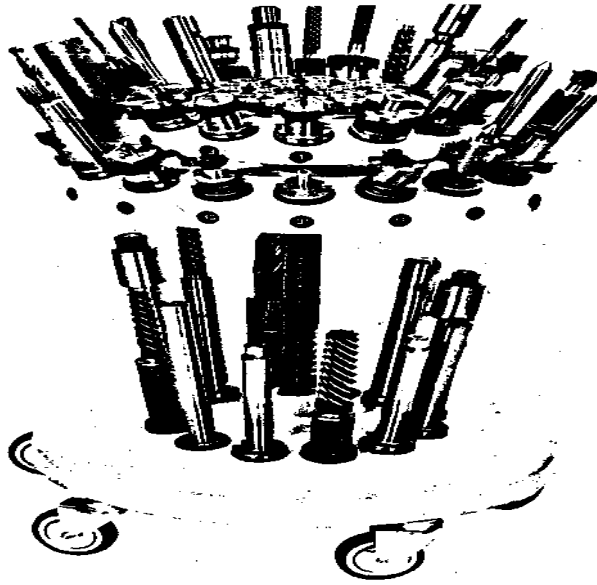
Takımların, tezgah taşıyıcısına bağlanması ve ayarlanması tezgah dışında yapılır; işlem şu şekilde gerçekleştirilir. Takım takım dolabından (1) alınır, takım sehpa(lar)ına (2) yerleştirilir ve kullanmak üzere tezgah (3) yanına taşınır (Şekil 1.25). Kullandıktan sonra tekrar takım sehpa(s)ına (4) yerleştirilir, bilenir (5), ayarlanır (6) ve takım dolabına konulur. Şekil 1.26'da bir seyyar takım sehpa(s)ı gösterilmiştir, insansız



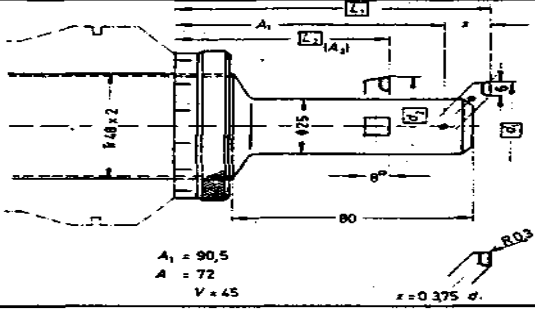
Şekil 1.25 İleri teknoloji uygulanan atölyelerde takım akışı

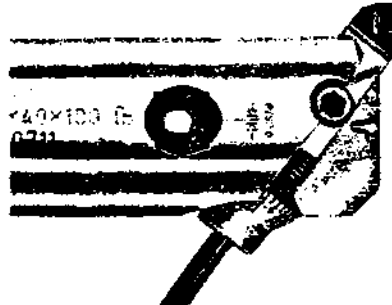
alışan atölye ve fabrikalarda takımlar, otomatik olarak tezgaha ulaştırılır.

Geliştirilmiş imalat sistemlerinde takımların kesme özelliklerini ve ayar uzunluklarını belirten **takım kartları** hazırlanır. Şekil 1.27'da, uç kısmı mikrometre ile ayarlanan bir delik işleme takımının kartı gösterilmiştir. Bu kartların yardımıyla takımların seçimi ve ayarlanması, kolay ve düzenli bir şekilde yapılır.



Şekil 1.26 Seyyar Takım Sehpası

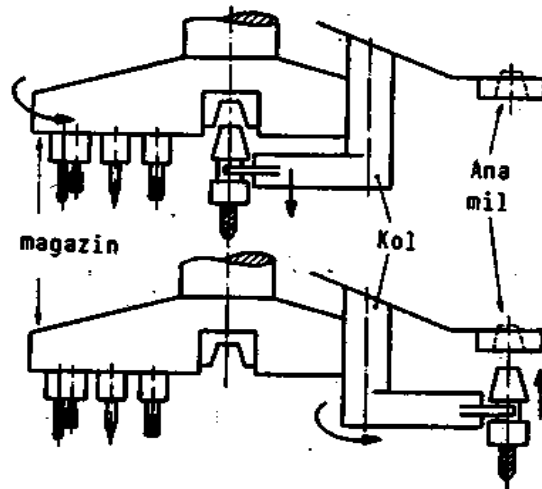
Takım sisteminin simgesi Delik kateri: Ir 48x25x100	Fabrikaya ait kod sistemi
	Plaketlere ait veriler
	İsteknolojik veriler
Düşünceler	Ayarlama değeri



Şekil 1.27 Takım Kartı

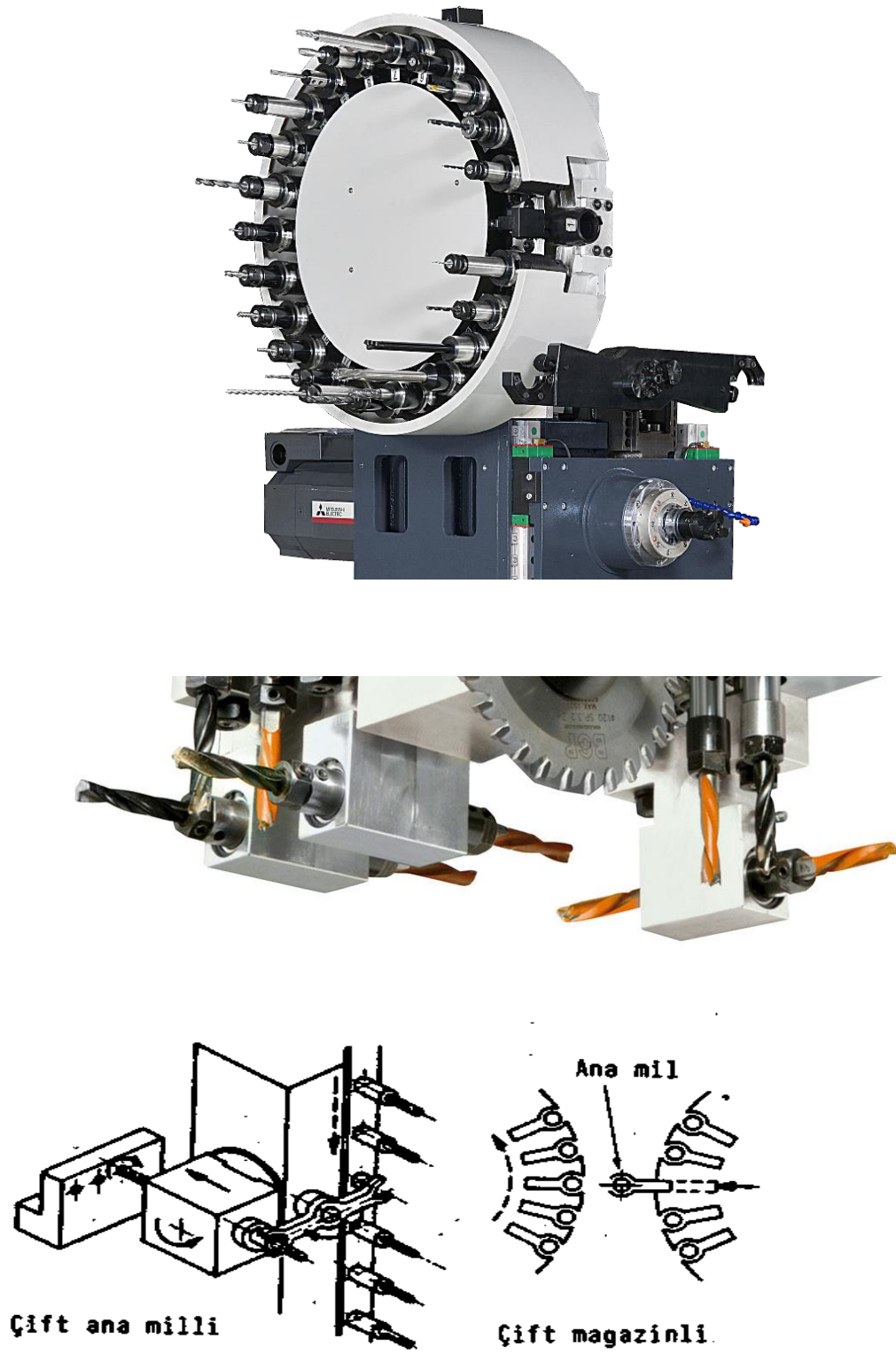
1.4.2. Otomat Takım Değiştirme Tertibatları

İmalat sisteminin otomasyon seviyesine göre, takımlar elle veya otomat olarak tezgahın takım magazinine yerleştirilir. Buradan sırası gelen takım, **transfer kolu** denilen bir tertibatla, magazinden alınır ve ana miline yerleştirilir. Takım transferi adını taşıyan bu operasyon, magazinin şekline ve büyüklüğüne göre çeşitli şekilde gerçekleştirilebilir. Bu hususta aşağıda birkaç örnek verilecektir. Şekil 1.28'de tek transfer kollu basit bir sistem gösterilmiştir. Burada kol, işlemi bitmiş olan takımı ana milden aldıktan ve magazine yerleştirildikten sonra, sırası gelen takımı magazinden alır ve ana mildeki yerine tutturur. Bu sistemde, takım değiştirme zamanı oldukça uzundur. Şekil 1.29'daki sistemde, ana miline bağlı çift takım taşıyabilen bir takım başlığı vardır. Şöyle ki bir duraktaki takım çalışır durumunda iken boşta bulunan diğer duraktaki takım değiştirilir, 1. takımın işi bittikten sonra başlığın 180° bir dönme hareketi ile, diğer duraktaki takım işleme konumuna getirilir. Şekil 1.30'da takım değiştirme zamanını önemli şekilde kısaltan, iki kollu bir sistem gösterilmiştir. Her iki kol simetrik olarak çalışır. Şöyle ki aynı anda, bir kol işlemi bitmiş takımla, diğeri magazinde sırası gelmiş takımla temas geçer (a). Her iki kol aynı anda takımları yerlerinde çıkarırlar (b) ve dönme bir hareketle (c), bağlama konumuna gelirler (d). Bu konumda işi bitmiş takım magazindeki yerine ve iş sırası gelen takım , ana miline yerleştirilir (e).

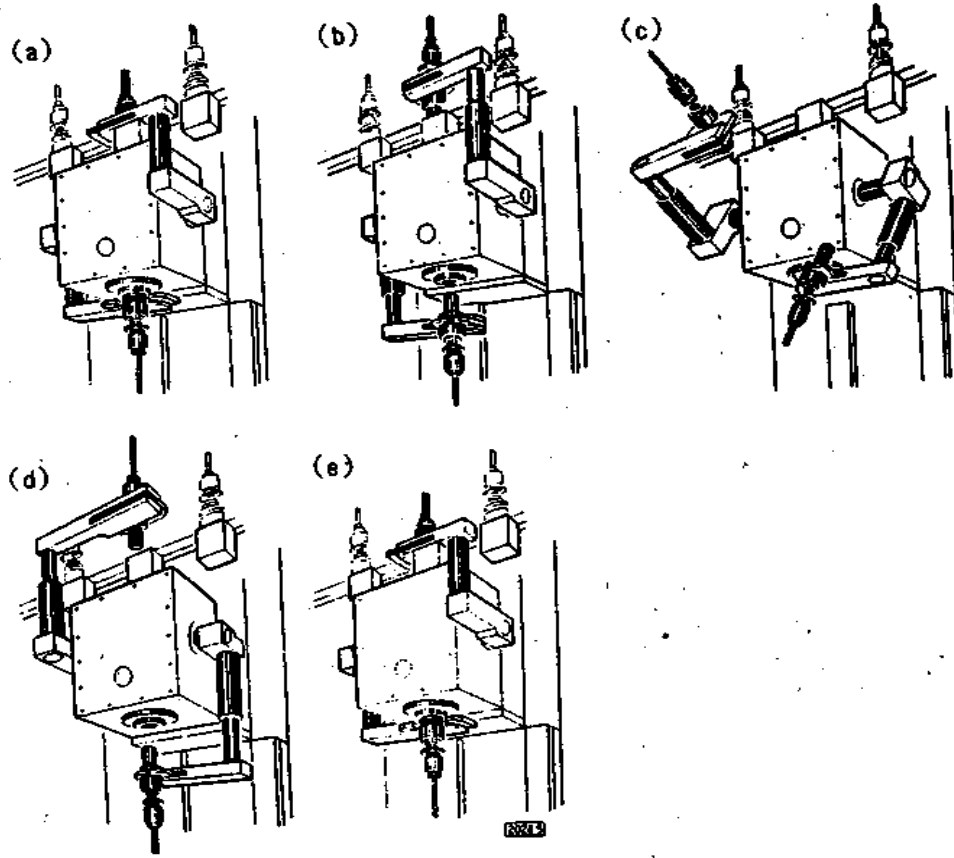


Şekil 1.28 Tek kollu takım değiştirme tertibatı





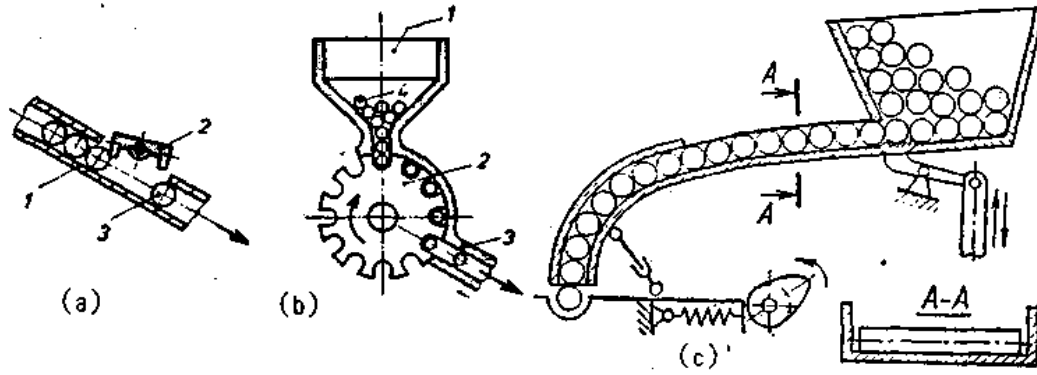
Şekil 1.29 Çift ana milli takım değişirme tertibatı



Şekil 1.30 Çift kollu takım değiştirme tertibatı

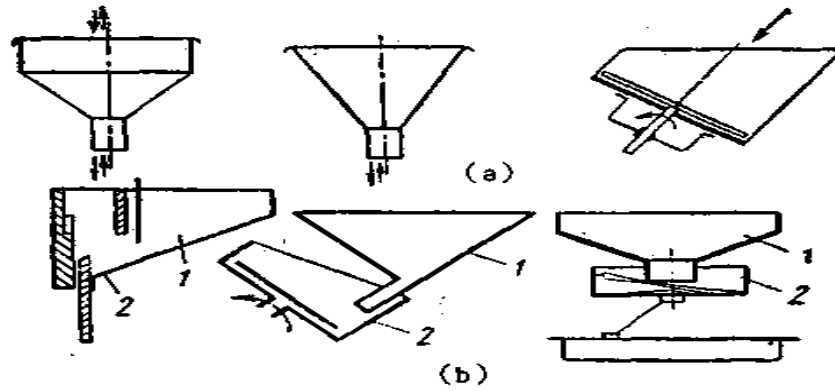
1.5. Otomatik Sistemlerde Parça Yükleme ve Boşaltma Tertibatları

Otomat tezgahların, tezgah sistemlerin ve transfer hatlarının prodüktivitelerini önemli şekilde etkileyen başka bir faktör, parça yükleme ve boşaltma tertibatlarıdır. Genel bir anlamda otomat parça yükleme ve boşaltma tertibatı, parçayı taslak deposundan, tezgahın işleme bölgesine transfer eden, parça işlendikten sonra bunu tezgahın uzaklaştırarak ve işlenmiş parça deposuna ulaşmasını sağlayan sistemdir. Parçanın şekline, büyüklüğüne, tezgah sisteminin tipine ve konstrüksiyonuna bağlı olarak çeşitli şekilde yapılan yükleme tertibatları, **depo ve iletim mekanizması** olmak üzere iki kısımdan meydana gelirler. Parçanın depolamasını sağlayan depolar, **bünker ve magazin** şeklinde olabilirler. Parçayı, tezgahın işleme bölgesine ulaştıran iletim mekanizması, **yönlendirici; ayırıcı; besleyici, itici** gibi tertibatlardan oluşur. Yükleme tertibatları bu elemanların tümünden veya daha az elemanlardan meydana gelebilir. Genellikle parçanın yüklenmesi iticiler ve parçanın boşaltılması için çekiciler kullanılmaktadır. Bu faaliyetler ayrı veya aynı mekanizma tarafından yapılabilir. Aynı olduğu halde boşaltma mekanizması çok daha basit olabilir; zira bir çok durumlarda parça tezgahın, direkt olarak bitmiş parça deposuna düşer veya bir çekici ve yönlendirici mekanizması ile bu depoya ulaştırılır. Yükleme ve boşaltma işlemi aynı mekanizma tarafından yapıldığı durumda, buna mekanik kol denir. Parçanın depolaması için kullanılan bünker ile magazin arasındaki fark şu şekilde açıklanabilir. Magazinlerde parça düzenli; bünkerlerde ise düzensiz şekilde bulunur, örneğin Şekil 1.31'de magazinli (a), bünkerli (b) ve magazinli-bünkerli (c), parça besleme tertibatı gösterilmiştir. Şekil 1.32a'da: 1-magazin, 2-ayırıcı, 3-parça; Şekil 1.31b'de: 1-bünker, 2-yönlendirici, 3-besleyici, 4-parçadır. **Bünkerler** bir hacimli (Şekil 1.32 a) veya iki hacimli (Şekil 1.32b) olabilirler.

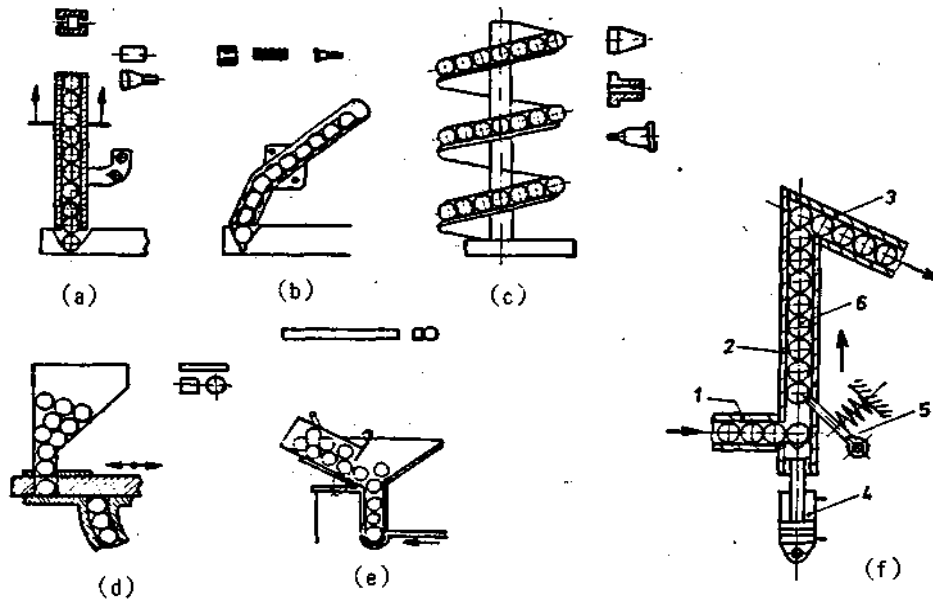


Şekil 1.31 Parça yükleme sistemleri

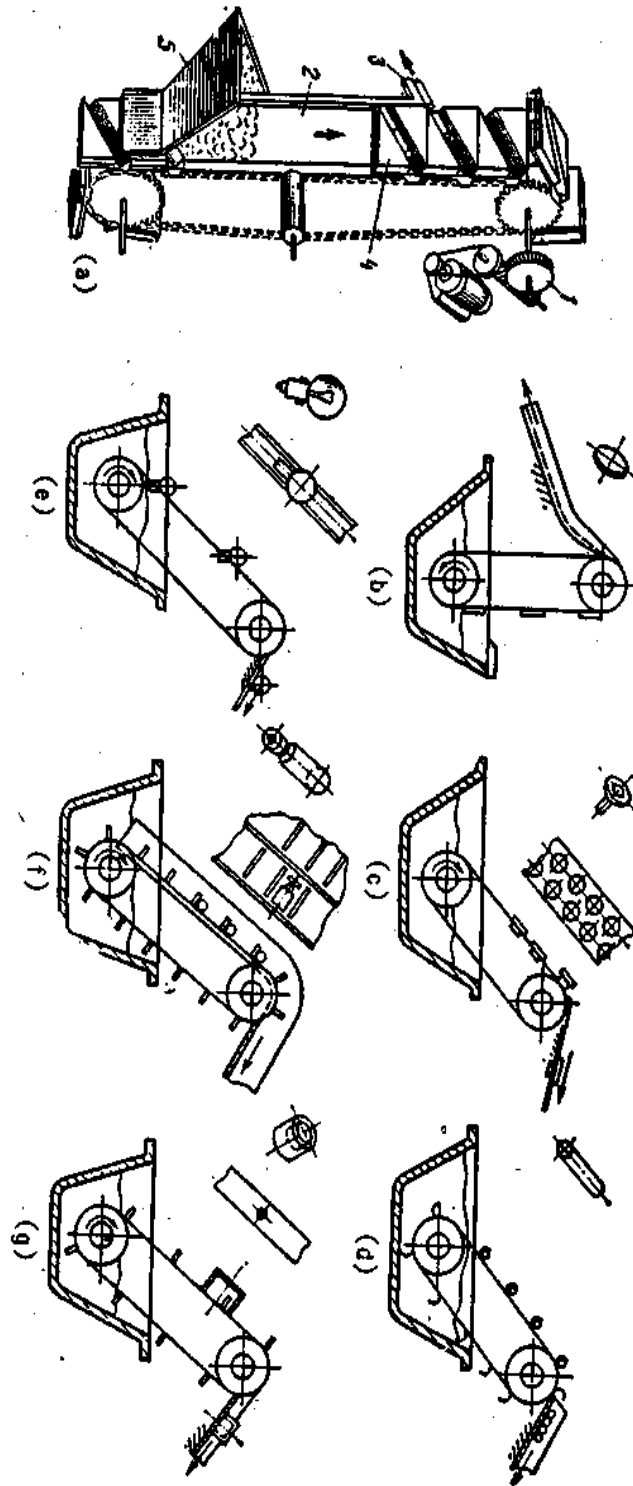
a- Magazinli, b- Bunkerli, c- Magazinli-Bunkerli



Şekil 1.32. Bunker Çeşitleri
a- Tek Hacimli, b- İki Hacimli



Şekil 1.33 Magazın Çeşitleri
a, b, c, d, e- Gravitasyonlu, f. Mekanizmalı

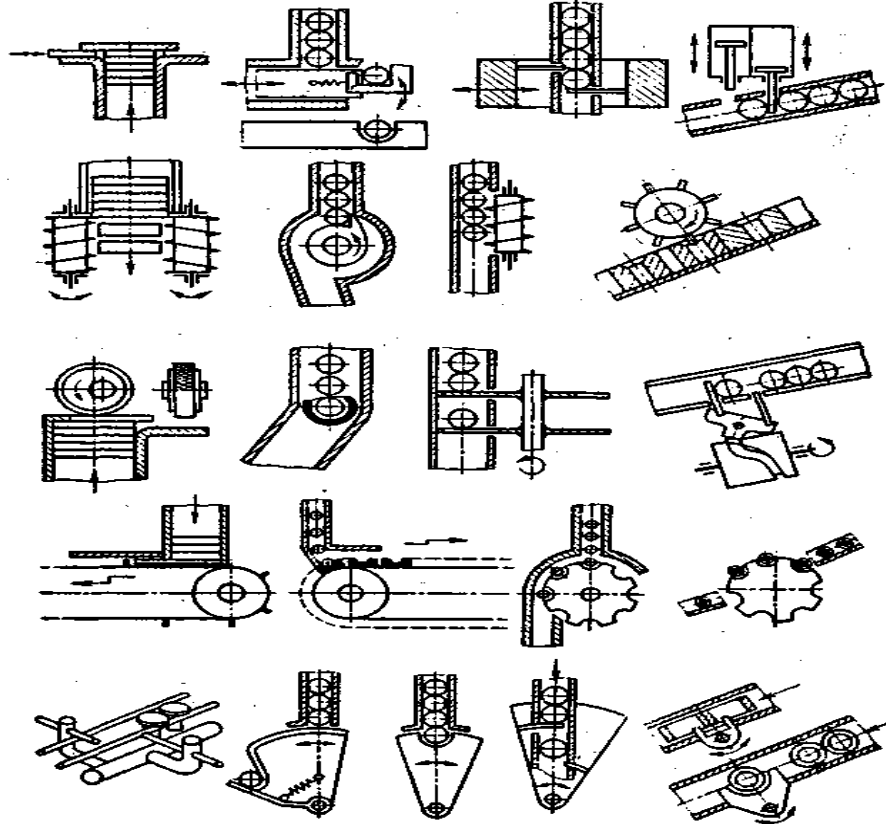


Şekil 1.34 Elevatör tipi yönlendiriciler

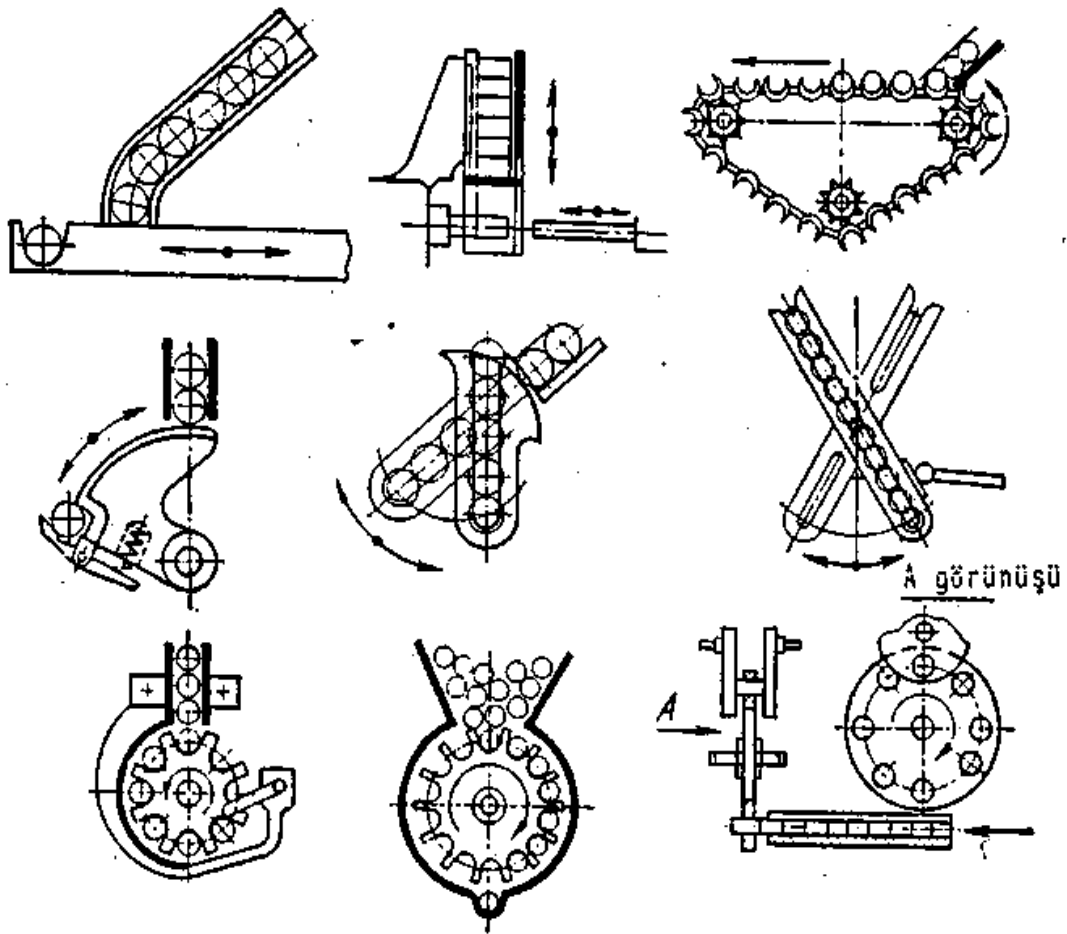
a-Oluklu, b- Mıknatıslı, c-Delikli, d-Kelepçeli, e,f -Kanath, g-Pimli

İkinci halde parçalar ilkin bir önbünker (1) denilen bir hacme konulur ve buradan gravitasyonun (yerçekiminin) etkisi ile esas (2) bünkere ulaşırlar. Daha basit olmalarına rağmen birinci tipteki bünkerlerde, yönelticinin etkisi ile parçalarda, çizgilere ve deformasyonlara neden olan çalkalanmalar oluşur. Ayrıca üst tarafta bulunan parçalar, yönlendiricinin çalışmasını etkileyen alt taraftaki parçalar üzerine bir baskı meydana getirirler. **Magazinler**, içinde bulunan parçaların hareketine neden olan olaylara bağlı olarak gravitasyonlu (Şekil 1.33 a,b,c,d,e) veya mekanizmalı olabilirler (Şekil 1.33 f). Bu son durumda l'den gelen parça, 4 pistonun yardımıyla 5 çubuğunun uç kısmına getirilir, burada bulunan parçayı yukarı iter, bu da 2 dikey ara magazininin en üst kısmında bulunan parçayı, 3 eğik besleyiciye ulaşmasını sağlar. **Yönlendiriciler**, parçanın bünkerden belirli bir yöne hareket etmesini sağlayan tertibatlardır. Parçanın şekline ve boyutlarına göre bir çok yönlendirici sistemleri vardır, örneğin Şekil 1.31 b'deki 2 disk, bir yönlendirici vazifesini yapar. Bir çok durumlarda elevator tipi yönlendiriciler kullanılır. Şekil 1.34 a'da gösterileri elevator tipi yönlendiricide; 1-tahrik mekanizması, 2-konveyör, 3-besleyici, 4-konveyörün kanatlarıdır. Burada parçalar bünkerden, eğik bir oluk oluşturan konveyör kanatları arasına alınır ve besleyicinin ağzına gelinceye kadar yukarıya taşınır.

Besleyicinin ağzına geldiğinde, yan olarak kayar ve besleyiciye girer. Çeşitli elevator tipi yönlendiricileri, bilhassa bünkerdeki parçayı "tutma" bakımından birbirinden farklıdır; bu tertibat parçanın şekline göre değişir, örneğin parça tuturma tertibatı bakımından Şekil 1.34 b'de mıknatıslı, Şekil 1.34 c'de delikli, Şekil 1.34 d'de kepçeli Şekil 1.34 e,f kanallı ve Şekil 1.34 g'de pimli elevatorler gösterilmiştir. Her şeklin sol köşesinde, taşınan parçanın şekli de verilmiştir.



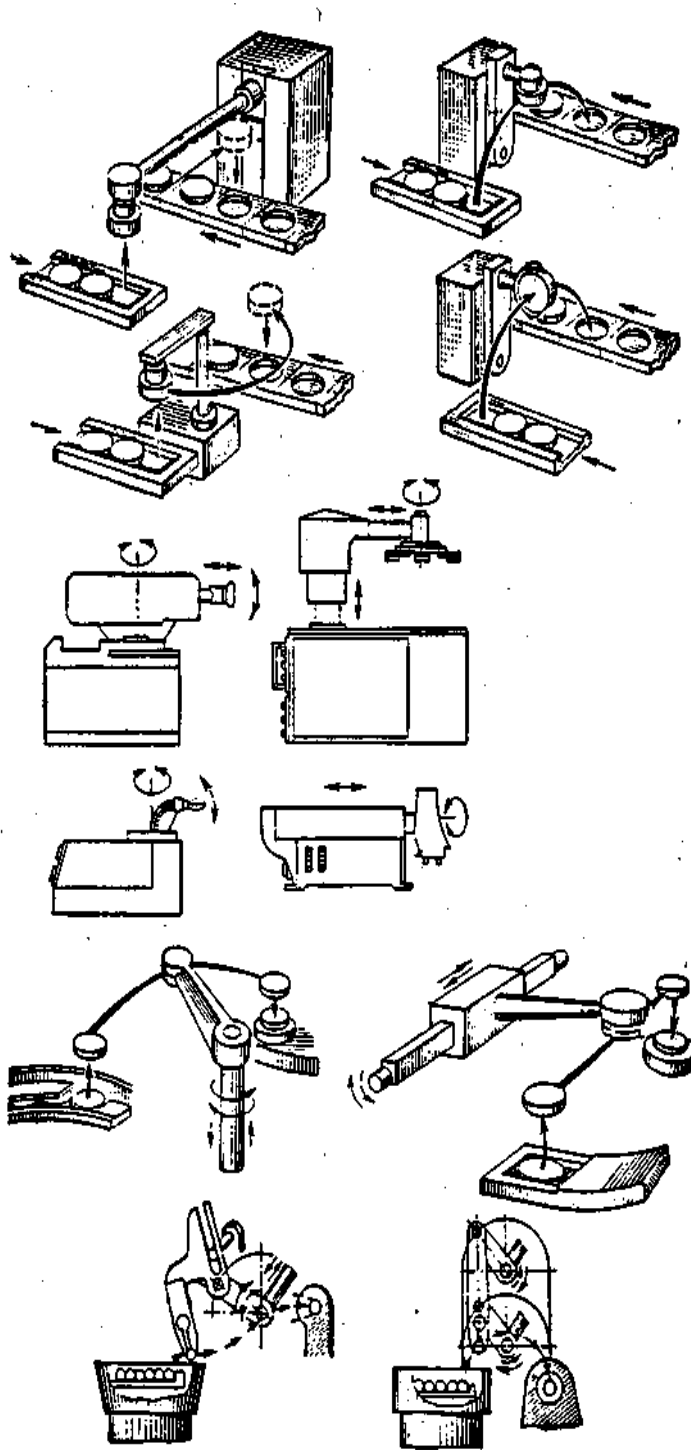
Şekil 1.35 Ayırıcı Çeşitleri



Şekil 1.36 Besleyici Çeşitleri

Besleyiciler, parçayı magazinden, başka bir tertibata veya tezgaha ulaştıran tertibatlardır. Bunlar aynı zamanda ayırıcı yani magazinden bir parça alındıktan sonra, diğerlerinin hareket etmesini engelleyen elemanlar da olabilirler.

Aslında şekil bakımından yönlendirici ile besleyici arasında bir fark yoktur. Aynı tertibat yönlendirici veya besleyici olarak da kullanılabilir. Ancak bu iki tertibat arasında fonksiyon bakımından kesin bir fark vardır. Yönlendiriciler belirli bir zamana bağlı olmayıp, sadece parçayı bünkerden belirli bir yöne yönlendirirler. Besleyiciler ise belirli aralıklarla parçayı tezgaha ulaştıran tertibatlardır; bu nedenle besleyiciler, tezgahın fonksiyon diyagramına dahil edilirler. Şekil 1.35 ve Şekil 1.36'de ayırıcı vazifesini de gören çeşitli besleyici sistemleri gösterilmiştir. Birçok tezgahlarda besleyici olarak mekanik kollar kullanılır (Şekil 1.37). Mekanik kolların parça tutma kısımları mıknatıslı, pneumatik (vakum yolu ile) veya pens şeklinde olabilir.



Şekil 1.37 Mekanik Kollar

KAYNAKÇA:

Akkurt, M.; 'Takım Tezgahları, Talaş Kaldırma Yöntemleri Ve Teknolojisi', Birsen Yayınevi, 1985.

2. NÜMERİK KONTROLLÜ TEZGAHLARDA BİLGİSAYAR KONTROLÜ

2.1 Nümerik kontrol

Nümerik kontrol yani NC, alfabedeki harfleri, noktalama işaretlerini, sayıları ve diğer sembolleri içeren kodlama şeklinde, tezgâha komut verme tekniğidir. Tezgâh, çeşitli işleme fonksiyonlarını yerine getirmek için istenen düzen ve şekilde kodlanmış bilgiye cevap verir. Bu fonksiyonlar iş parçasına nazaran tezgâhın ana milinin pozisyonunu değiştirmeye (en önemli fonksiyon), ana milin dönme yönüne ve hızına, takım seçimine, soğutucunun açıp kapama kontrolüne ve benzeri fonksiyonlara kadar değişir.

Komutlar tezgâha bilgi blokları olarak verilir. Bir bilgi bloğu, tezgâhın tek bir işleme fonksiyonunu yerine getirebilmesi için yeterli komutlar grubudur. Örneğin; bir bilgi bloğu; tezgâha kızığın belli bir koordinata hızlı ve enine hareketini; kontur işlemini yerine getirmek ve hız ve besleme değerlerini ayarlamak için gerekli komutu verir. Her bloğa tanımlama için sıra numarası verilir. Bloklar sadece verilen nümerik sıraya göre çalıştırılır.

Komutlar grubu NC programını oluşturur. Komutlar mantıksal bir sırada düzenlendiklerinde, takım tezgâhlarını özel bir görev, özellikle bir iş parçasını veya parçanın tamamının işlenmesi görevini yapması için yönlendirir. Buna parça programlama denir. Böyle bir program daha sonra tekrar aynı sonuçları elde etmek için kullanılabilir.

Nümerik kontrol teknolojisinin gelişmesi, bilgisayar teknolojisine bağlıdır. Birçok parçanın tasarımında bilgisayar destekli parça programları olmadan parça programlama fonksiyonunu açıklamak mümkün değildir. Ayrıca, bilgisayarlarda etkin grafik ve ses programları gibi teknolojileri kullanılarak, NC parça programlama prosedürü etkin olarak geliştirilmiştir.

Dijital bilgisayarların kullanımı, nümerik kontrollü tezgâhların kontrol edilmesinde önemli gelişmeler sağlamıştır. Burada NC' de bağlı üç kontrol konusu üzerinde duracağız.

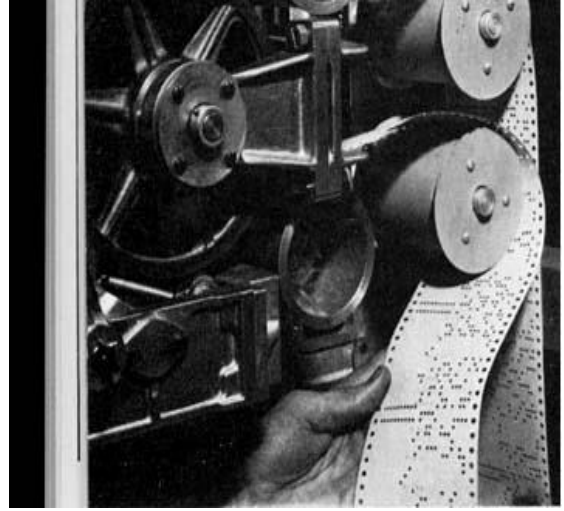
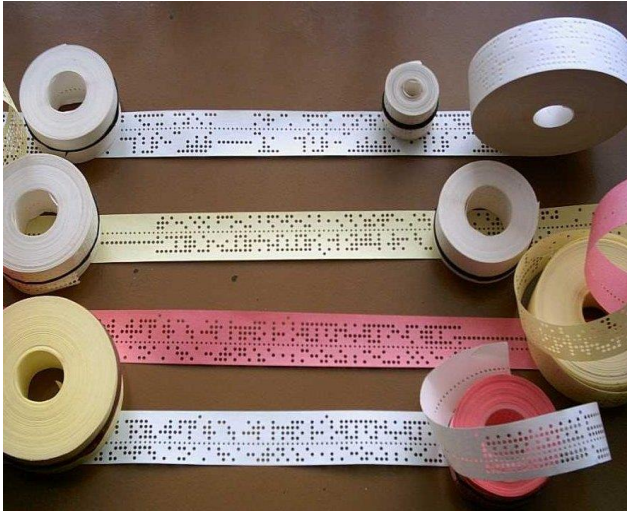
Bunlar;

- 1- Bilgisayarlı Nümerik Kontrol (CNC)
- 2- Doğrudan Nümerik Kontrol (DNC)
- 3- Uyarlamalı Kontrol (AC)

Bu sistemlere geçmeden önce NC takım tezgâhlarının genel yapısını ve özelliklerini inceleyelim;

2.1.1. NC Takım Tezgâhları

NC takım tezgâhlarının otomatik kontrolü, tezgâhın kendisinin dışında olan bir parça programının varlığına dayanır. NC tezgâhının kendisi bir belleğe sahip değildir, bu durumda bir defada kendisine verilen tek bir bilgi bloğunu çalıştırmaya yeteneklidir. Bu nedenle parça programları normal olarak delikli bir şerit üzerine yazılır ve depolanır.



Bir parçayı otomatik olarak işlemek için; tezgâh kontrol birimi (MCU) bir bilgi bloğunu okuyacak ve çalıştıracak, daha sonra gelecek bloğu okuyup onu çalıştıracak ve böyle devam edecektir. Üzerine takılmış delikli bir şeritle takım tezgâhını her bloğun çalıştırılmasından sonra durmasını emreden tek adım parça programı da mümkündür. Bu yarı otomatik bir operasyondur. Ayrıca tezgâh konsolundaki gösterge ve anahtarları ayarlayarak verileri elle de girmek mümkündür. Her ayarlardan sonra, tezgâh komutu çalıştıracak ve sonraki ayarlamaları bekleyecektir. Böylece kontrolleri elle veri girişi (MDI) ile yönetmek de mümkündür.

Önceleri NC kontrol sistemlerinin özelliklerinin, istenen özel seçenekler dâhil, satın alınmadan önce belirtilmesi gerekirdi. Çünkü birçok durumda, donanımın bir parçası olarak önceden imal edilmesi gerekirdi. Bunlara ısmarlama kontrol sistemleri denirdi. Bunlara daha sonra başka özellikler eklemek çok zordu ve buda NC montaj maliyetini yükseltip ağırlaştırdı. Sistemi güncelleştirmek ve yenilemek zor olduğundan, birçok NC tezgâhı demode ve kullanılmaz oldu.

2.1.2. NC Sistemlerinin Temel Bileşenleri

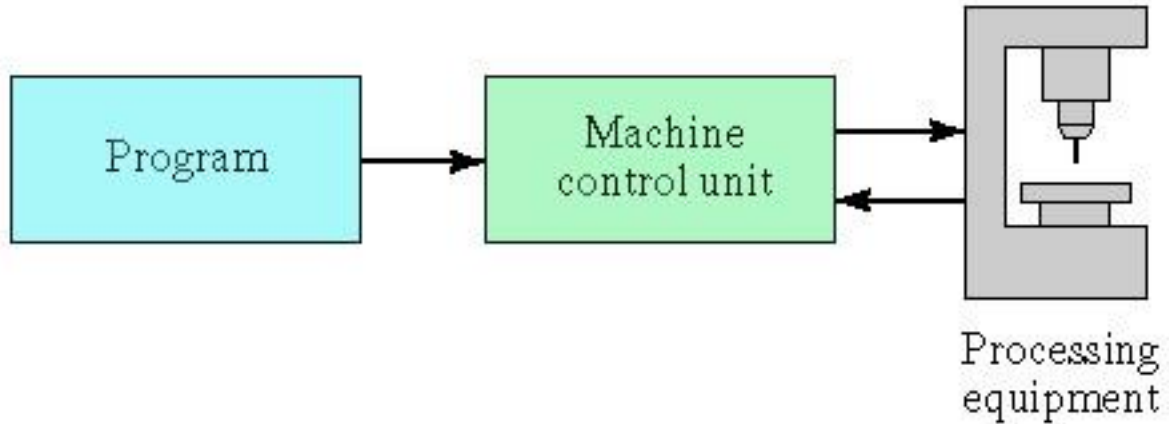
Nümerik kontrol sistemi aşağıdaki üç temel bileşenden oluşmaktadır.

- 1- Açıklamalar programı
- 2- Makine kontrol ünitesi
- 3- Takım tezgâhı ve diğer kontrol prosesi

Bunlar teker teker açıklarsak;

1- Açıklamalar programı

Makineye adım adım neler yapacağını söyleyecek kadar detaylı hazırlanır. Bu programlar kontrol ünitesi tarafından çözülebilecek şekilde nümerik veya sembolik olarak kodlandırılır. Günümüzde en çok kullanılan veri şekli 1 inch genişliğindeki delikli şerittir. Daha önceleri değişik veri formları kullanılmıştır. Örneğin delikli kartlar, manyetik teyp ve otuz beş milimetrelik hareketli resim film kullanılmıştır.



Şekil 2.1. NC Bileşenlerinin İlişkisi

Burada NC sistemlerde veri metodu olarak kullanılan 2 sistem mevcuttur. Birincisi kontrol ünitesine açıklayıcı verilerin elle girişi. Buna elle veri girişi denir (MDI:manuel data input). Bu metot emri bir daha tekrarlanmayacak olan ve birbirine yakın basit işlemler için elverişlidir. İkinci bir metot ise bilgisayar ile direkt bağlantıdır. Buna da Direkt Nümerik Kontrol (DNC) denir.

Talimat programı parça programlayıcısı denilen kişi tarafından hazırlanır. Programcının görevi yapılacak işlem basamaklarını sıralaması ile ilgili detayları vermektir. Bir tezgah operasyonu için işlem basamakları; kesici takım ile iş parçası arasındaki bağıl hareketi içerir.

2- Kontrol ünitesi

Bir NC sisteminin 2. Temel bileşeni kontrol ünitesidir. Bu bölüm programlardaki açıklamaları okuyup, bunları tezgâhın mekanik hareketlerine çeviren elektronik parçalardan oluşur. Bir NC kontrol ünitesinin tipik elemanları şunlardır; şerit okuyucu, veri deposu, takım tezgâhına sinyal gönderen kanallar, tezgâhtan geri dönen besleme kanalları ve işlenmekte olan elemanların tüm işlerini koordine eden bir sıralama kontrol düzeni, bugünün modern NC sistemlerinin hemen hepsi kontrol ünitesi olarak çalışan bir mikro bilgisayar ile birlikte satılır. Bu tip NC'ler CNC olarak adlandırılır.

3- Takım tezgâhı veya diğer kontrol prosesleri

Bir NC sisteminde faydalı işin yapıldığı kısımdır. NC sistemine verilecek en bilinen örnek, belirli işler yapmak üzere dizayn edilmiş ve kendilerini tahrik eden motor ve kontrollere yanı sıra bir iş tablası ve iş mili içeren tezgâhlardır. Bu tezgâh aynı zamanda, kesici takımları aparatları ve diğer gerekli aletleri de bulundurmaktadır.

Bu üç bileşen arasındaki yakın ilişki şekil 2.1'de görülmektedir:

2.1.3 NC' de İşlem Sırası

Üretimde nümerik kontrol kullanabilmek için aşağıdaki basamaklar izlenmelidir.

1-) Proses planlama

İş parçasının teknik resmine göre, yapılacak işlemler önceden düzenlenmelidir. Bu aşama, uygulanacak işlem dizisini başarmak için kullanılacak makine listesini de içerdiği için bu ismi almıştır. (İşlemlerden bazılarının bir, bazılarının birden çok tezgâhta yapılacağı kabul ediliyor).

2-)Parça programlama

Parça programcısı, NC tarafından gerçekleştirilecek operasyonlar için bu operasyonları programlar. Parça programcıları tezgâh hakkında bilgi sahibidirler ve nümerik kontrol programcılığı için eğitilmişlerdir. Bu kişiler NC tarafından gerçekleştirilecek işlemleri ve tezgâh işlemlerinin sıralarının planlanmasından ve bunların özel bir formatta ayrıntılı doküman haline getirilmesinden sorumludur. NC programlama için 2 yol vardır.

- a-) Elle programlama
- b-) Bilgisayar yolu ile programlama

Elle programlamada tezgâh işlemleri ile ilgili veriler, parça program dizgisi adı verilen bir format üzerinde hazırlanır. Parça program dizgisi tezgâhın işleme sırasında izleyeceği iş parçası ve kesici takım konumları arasındaki bağıl ilişkiyi veren bir listedir. Elle programlamada iş akışı şekil 2.2’de görülmektedir.

Bilgisayar yardımı ile programlamada, elle programlamadaki sıkıcı hesaplama işlemlerinden birçoğu bilgisayara aktarılır. Bu özellikle birçok tezgâh gerektiren karmaşık yapılarıdaki parçaların işlenmesinde son derece uygundur. Böyle durumlarda parça programlayıcısı olarak bir bilgisayar kullanmak, zaman açısından önemli tasarruf sağlar.

3-) Şerit Hazırlama

Parça programlayıcısının parçaya göre hazırladığı programdan sonra, delikli bir şerit hazırlanır. Bu şerit daktiloya benzeyen bir araçla doğrudan hazırlanır. Bilgisayar ile programlamada bilgisayar parça programlama verilerini tercüme eder, takım hareketlerini ve emirleri ile ilgili hesapları hazırlar. Daha sonra belirli bir NC tezgâhı için şerit hazırlamak üzere şerit delgi aracını kontrol eder.

4-)Şeridin denemesi

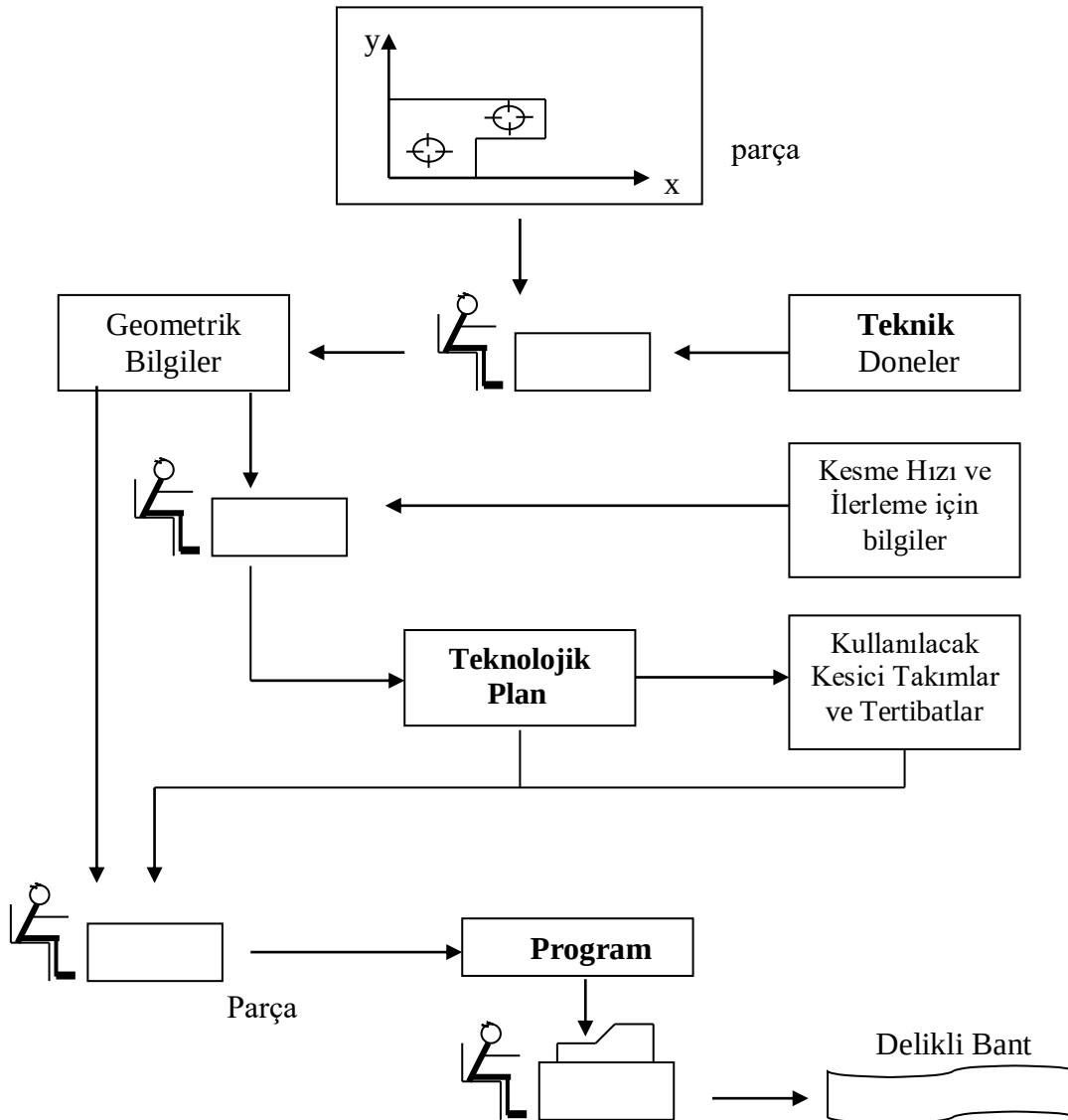
Delinmiş şerit, hazırlandıktan sonra genellikle şeridin hata kontrolü için makinenin sağladığı kontrol olanaklarından biri seçilir. Bazen şerit takımın veya tablanın hareketleri bir kâğıt üzerine çizdirilerek kontrol edilir. Böyle bir yöntemde, şerit üzerindeki bütün önemli yanlışları saptama olanağı vardır. Şeridin kontrolü bir parça üretilmek suretiyle de yapılabilir. Genellikle bu deneme için bir plastik ya da köpüksü bir malzeme kullanılır. Şeridin kullanıma hazır olup olmadığına karar verebilmek için genellikle 3 deneme yapılır.

5-) Üretim

NC sistemi içindeki son aşama şeridi kullanarak üretimi gerçekleştirmektir. Bu işlem işlenecek iş parçasının temin edilerek işlemlerin sıralanması, kesici takımların belirlenmesi ve

hazırlanması, gerekli olabilecek herhangi bir aparatın temini, iş için NC tezgâhı hazırlanması gibi olanakları içerir.

Üretim işlemi sırasında çalıştırıcının görevi, işlenecek malzeme yüklemesini yapmak ve iş parçasına göre kesici takımı, başlangıç konumuna getirmektir. NC sistemi artık şeritteki verilere göre iş parçasını işler. Parça tamamlandığında çalıştırıcı, biten iş parçasını alıp yerine yeni bir iş parçası malzemesi yerleştirir.

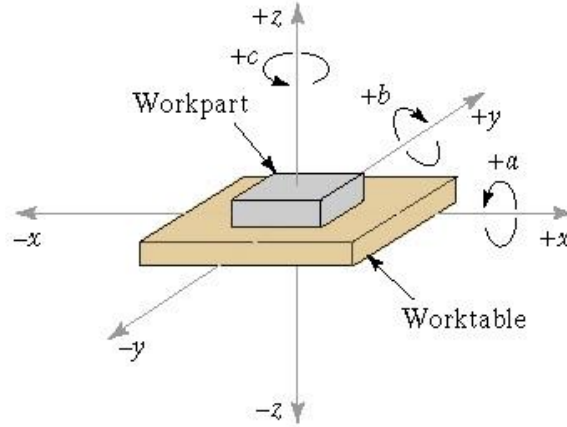


Şekil 2.2. Elle Programlamada İş Akışı

2.1.4. NC Koordinat Sistemleri

Tezgahın kontrol ünitesinden alınan ve tezgah iletim sistemi tarafından harekete çevrilen bilgiler, tezgahın çeşitli hareket elemanlarını harekete geçirir. Hareket elemanlarını kontrol edilen, yani programdaki bilgilere göre gerçekleştirilen hareket yönlerine eksen denir. Nümerik kontrollü tezgahlarda tezgah eksenlerini belirtmek için kartezyen koordinat sistemi seçilmiştir. ISO koordinat sistemi olarak bilinen bu sisteme göre X,Y,Z ile gösterilen üç

doğrusal ve A,B,C ile simgelenen üç dönme hareketi için altı eksen mevcuttur. Parça programlayıcısının iş parçasına göre kesici takımın bağıl konum ve hareket sıralamasını yapabilmesi için bu standart eksen sistemini belirlemek ve bu konumları bu sisteme göre saptamak zorundadır. Örneğin NC matkabını inceleyelim. Matkap mili sabit bir düşey konumdadır ve tabla, mile göre hareketli olup bu eleman kontrol edilmektedir. Oysa işlemleri kolaylaştırmak için iş parçasının (tablanın) sabit, fakat matkap milinin hareketli olduğunu kabul ederiz. Buna göre eksenel koordinat sistemi tablaya göre oluşturulur.

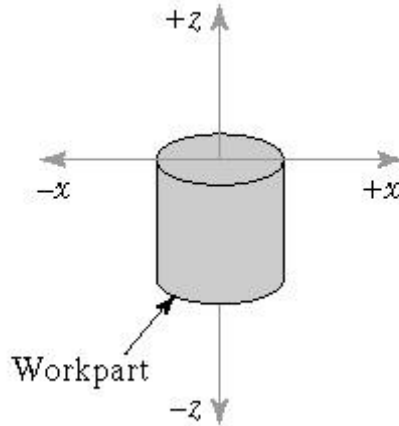


Şekil 2.3. Frezeleme ve delme işlemlerinde kullanılan takım tezgahlarının eksenleri

Tabla düzleminde X ve Y eksenleri tesis edilir. Z eksen bu düzleme diktir. Bu eksendeki hareket matkap mili tarafından kontrol edilir. Şekil 2.3'te bu eksenler boyunca tablaya ait takımın bağıl hareketine ait yönler (+) ve (-) olarak gösterilmiştir. Sütunlu NC matkaplar Z eksenini boyunca kontrol olanağı verip vermediklerine göre iki ya da üç eksenli tezgahlar olarak sınıflandırılırlar.

Nümerik kontrollü freze tezgahları ve benzer tezgahlar (delik büyütme), matkaplarınkine benzeyen bir eksen sistemi kullanırlar. Bu üç sisteme ek olarak bir ya da daha fazla dönme eksenine kontrol olanağına da sahip olabilirler. Bu eksenler X,Y,Z eksenleri ile yaptıkları açılarla belirlenirler ve pozitif veya negatif olmaları sağ el kuralı ile bulunur. Bu kuralda başparmak (+) doğrusal eksen gösteriri (X,Y veya Z) elin kapalı parmağının yönü pozitif dönme yönü olacaktır.

Genellikle takımın dönen iş parçalarına göre hareketini belirlemekte normal iki eksen gerekli ve yeterlidir. Z eksen iş parçasının dönme eksenini ve X eksen kesici takımın hareketini belirleyen eksenidir. Bu uyarı Şekil 2.4'te gösterilmiştir. Eksen sisteminin amacı, takım ile iş parçasına göre yerleşim ilişkisini sağlamaya olanak vermesidir. NC tezgâhlarına bağlı olarak parça programlayıcı bu yerleşimi sağlamakta birkaç değişik seçeneğe sahip olabilmektedir.



Şekil 2.4. Tornalama işlerinde kullanılan takım tezgahlarının eksen sistemi

Sıfır noktasının sabitliği ve kaydırılabilirliği:

Programcı takımın konumunu, koordinat sisteminin bağıl konumuna göre belirlemek zorundadır. NC tezgâhları sıfırın her iki özelliğine de sahiptir.

Tezgâh için ilk olasılık “mutlak sıfırdır”. Bu durumda sıfır noktası tezgâh tablası üzerinde devamlı aynı konumdadır. Bu konum genellikle en soldaki alt köşedir. Takım ya da tabla değiştirmeleri +X ve Y koordinatları ile belirlenecektir.

İkinci ve çok yaygın bir özellik modern NC tezgâhlarının operatöre sıfır noktasını tabla üzerindeki herhangi bir yere ayarlama imkânı vermesidir. Bu özellik “sıfır konumunun kaydırılması” diye adlandırılır. Parça programlayıcısı da zaten sıfır noktasının nerede olacağına karar veren insandır. Örneğin iş parçası simetrik olabilir. Bu durumda sıfır noktası simetri merkezine yerleştirilmelidir. İşin başında çalıştırıcı tablayı elle kontrol ederek bazı ayar noktalarında gezdirir. Ayar noktası iş parçası ya da tabla üzerinde çalıştırıcının, takımını en uygun ayarlamasına olanak veren en uygun bir noktadır. Örneğin; bu, önceden iş parçasına delinmiş olan bir delik olabilir. Bu nokta programcı tarafından referans alınır. Bu durumda programcı bu noktayı takımın sıfır noktası olarak seçebilir. Takım bu ayar noktasına göre konumlandırıldığında takım çalıştırıcı ve takımın konsolu üzerinde bulunan sıfır düğmesine basılır. Böylece bundan sonraki hareketleri için orijinin nereye yerleştirildiği anlatılmış olur.

Mutlak konumlandırma ve artımsal konumlandırma:

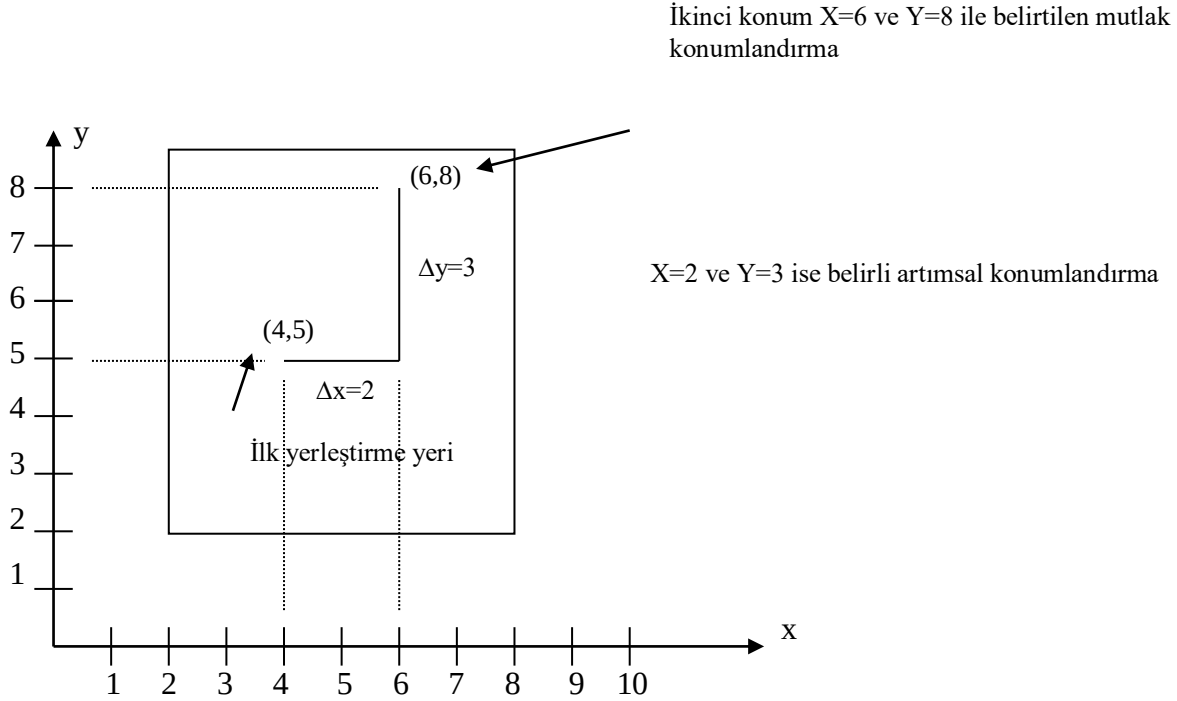
Programcının kullanabileceği ve bazı tezgâhlarda bulunan ikinci olanak; takımın mutlak ya da artımsal konumlandırılmasıdır. Mutlak konumlandırma, takımın konumlarının her zaman “sıfır noktası” ile ilişkili olduğu anlamına gelir. Eğer delinmek istenen bir delik X ekseninin 8 inç üzerinde ve Y ekseninin 6 inç sağında ise deliğin koordinat anlatımı:

$$X = +6.000$$

$$Y = +8.000$$

biçiminde olur. Bunu tersine artımsal konumlandırmada; takımın ikinci konumunu, takımın ilk konum koordinatlarına göre belirlenmesi gerçekleştirir. Önceki örnekteki deliğin $x =$

+4.000 ve $y = +5.000$ koordinatları ile delindiğini varsayalım. Buna göre artımsal konum talimatları $x = +2.000$ ve $y = +3.000$ verilirse artımsal olarak delinecek noktanın ikinci koordinatlarına varılmış olacaktır. Şekilde mutlak ve artımsal konumlandırma arasındaki fark anlatılmaktadır.



Şekil 2.5. Mutlak konumlandırma ve artımsal konumlandırma

2.1.5. NC Hareket Kontrol Sistemleri

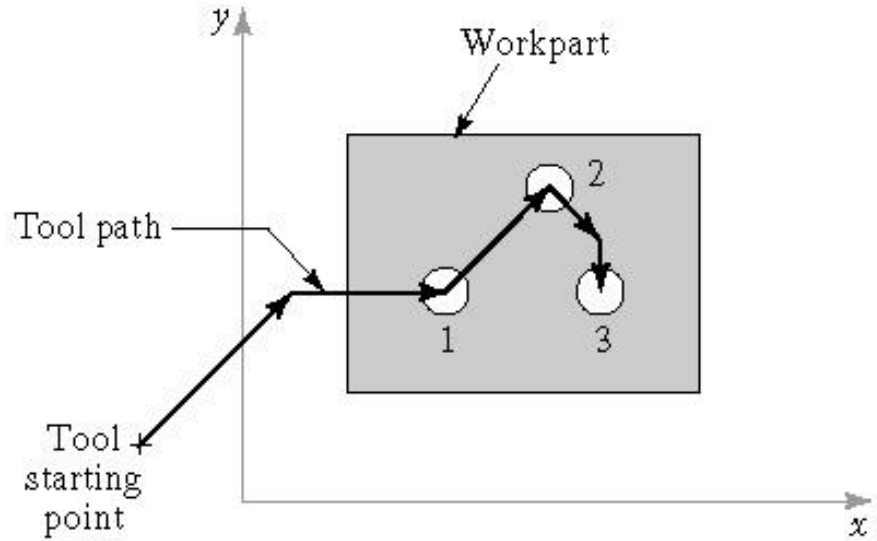
Bir işlemi gerçekleştirmek için tezgâhın hareket elemanları çeşitli şekillerde kontrol edilebilir. NC tezgâhlarda başlıca üç tür hareket kontrol sistemi vardır.

1. Noktadan noktaya kontrol (Point to point)
2. Doğrusal hat kontrolü (Straight-cut NC)
3. Sürekli hat kontrolü (Contouring NC)

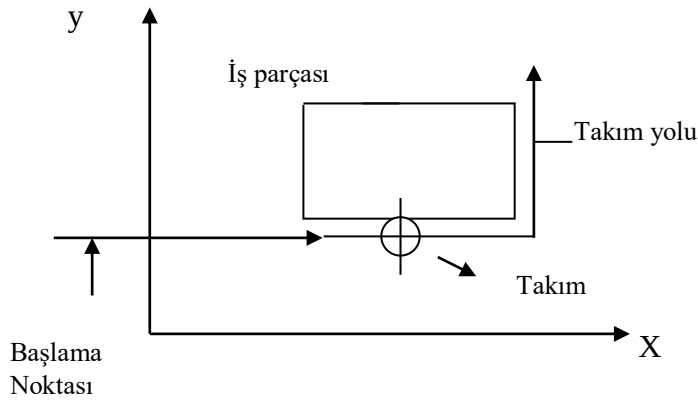
1. Noktadan noktaya kontrol: Bu yöntem bazen konumlandırma sistemi olarak da adlandırılır. Noktadan noktaya kontrol sistemindeki kontrol tezgâhının amacı, takımı önceden belirlenmiş bir noktaya hareket ettirmektir. Hız ya da izlenecek yol, bu harekette önemli değildir. Önce takım istenen yere gider ve burada istenilen işlem yapılır.

NC matkaplar, bu NC sistemi için iyi bir örneklerdir. Matkap mili önce belirli bir konuma (iş parçası üzerine) getirilmektedir. Daha sonra takım bu konumda delme işlemini yapar. delikler arasında takımın iş parçasına göre hareketini kontrol etmek gibi bir zorunluluk yoktur. (Şekil 2.6.) bu kontrolü göstermektedir.

P.T.P sistemleri en basit ve en ucuz kontrol sistemleridir üstelik bazı işlemlerde (delme, nokta kaynağı gibi) P.T.P kontrol, işlem için yapılacak iş için uygun ve yeterlidir. Herhangi bir üst düzey kontrolü de gereksizdir.

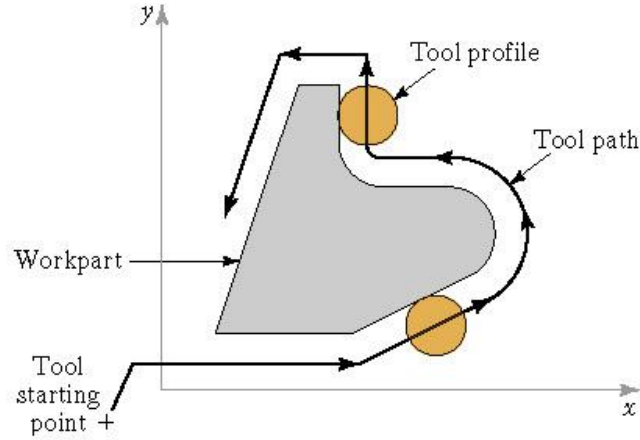


1. **Doğrusal hat kontrolü:** doğrusal hat kontrol sisteminde işleme; tablanın ana eksenlerinden birine paralel bir eksen üzerinde, takımın işe uygun bir oranda ilerlemesi ile sağlanır. Böylece bu yöntem frezede dörtgen parçaların işlenmesi için uygun bir kontrol olmaktadır. Bu tür bir NC tezgâh kontrolünde hareketlerin bir tek eksen yönünden fazla yönde birleştirilmesi olanağı yoktur. Örneğin açısal kesme işlemi bu tür bir kontrolle yapılamaz. Şekil 2.7.'de doğrusal hat kontrollü bir NC işleme için bir örnek verilmektedir.



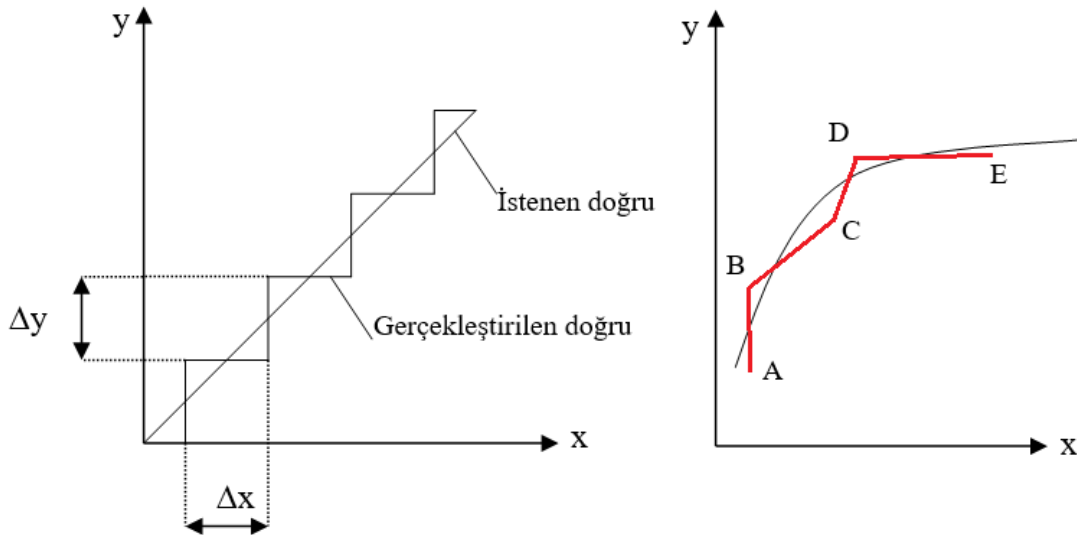
Şekil 2.7. Doğrusal Hat Kontrolü

2. **Sürekli hat kontrolü:** Bu tür, en esnek ve en pahalı ve en karmaşık kontrol türüdür. Bu tür, noktadan noktaya kontrol ve doğrusal hat kontrol özelliğine sahiptir. Bu kontrolün diğerlerinden ayırıcı özelliği takım tezgahının birden çok eksenle aynı zamanda kontrol edilebilme yeteneğine sahip olmasıdır. Kesici takımın izlediği yol, istenen biçimdeki parça geometrisinin elde edilebilmesi için sürekli kontrol edilir. Bu nedenle bu sistemler “sürekli iz sistemleri” olarak da adlandırılırlar. Herhangi bir düzlem veya doğrusal işleme dairesel, konik şekiller ya da matematiksel eğrilerin büyük çoğunluğu bu kontrolle işleme olanağı vardır.



Şekil 2.8. Sürekli Hat

NC tezgâhlarına, esasen takımın sadece X,Y yönlerinde hareketleri kontrol edilebilir. Dolayısıyla takım sadece X ve Y koordinat eksenlerine paralel olarak işlem yapabilir. Bu durumda eğik ve eğrisel bir yüzeyin işlenebilmesi için takımın Δx değerinde X eksenine paralel ve sonra Δy değerinde Y eksenine paralel olarak çok küçük bir hareket verilir ve işlem yüzey boyunca bu şekilde devam eder. Yani eğik doğrusal veya eğrisel yüzey n parçaya bölünür ve her parça bir Δx ve Δy hareketleri ile meydana getirilir. İşlenecek yüzey ne kadar fazla parçacıklara bölünürse işlenen yüzeyin doğruluğu o kadar yüksek olur. Şöyle ki, parçacık sayısı sonsuz olduğu durumlarda eğrinin ta kendisi elde edilir.



Şekil 2.9. NC' de X-Y Yönünde Hareketler

2.1.6. NC Takım Tezgâhlarının Kurulmasını Gerektiren Hususlar

- Üretilen parçalar farklı yapıda olmalıdır.
- Üretilen iş parçaları karmaşık konstrüksiyonları ve farklı üretim metotlarını

gerektirmelidir.

- Parti miktarları 1 ila 50 civarında olmalıdır.
- Üretilecek parçalardan en az bir kısmına uygulanacak üretim metodu uzun süre gerektirmelidir.
- Üretilecek parçalar hassas tolerans sınırları gerektirmelidir.
- Üretilecek parçalar uzman operatörler gerektirecek derecede hassas olmalıdırlar.

2.1.7. NC Seçiminde Dikkat Edilecek Hususlar

- Maliyet analizleri yapılmalı, üretimde maliyetin yüksek olduğu nokta tespit edilerek buralara NC tezgâhlarının yerleştirilmesi düşünülmelidir.
- İşlemler ve iş yüklemeleri analiz edilmeli ve böylece yeni takım tezgâhlarına gerek olup olmadığı anlaşılmalıdır.
- İşletmenin bütçesi incelenmelidir. Ayrıca NC alımı ile ilgili, direkt endirekt ve işçilik ve malzeme maliyetlerindeki tasarrufların hesap edilmesi gerekir.
- Daha sonra, imalat için gerekli olan NC takım tezgâhlarının seçimi mühendislerin bilgi ve tecrübelerinden yararlanılarak gerçekleştirilir.

2.1.8. Konvansiyonel NC 'lerle İlgili Problemler

Konvansiyonel NC sistemlerinde ortaya çıkan çok sayıdaki problemler, makine takım imalatçıları temel NC sistemlerinde değişiklik yapılmasına itmiştir. Konvansiyonel NC'lerde karşılaşılan sorunlardan bazıları şunlardır:

1. Parça Programlama Hataları:

Delikli şerit hazırlamada pek çok parça programlama hataları yapılmaktadır. Bu hatalar, yazım veya sayısal hatalar olabilmekte ve üç veya daha fazla geçişte NC teybi tarafından düzeltilebilmektedir. Parça programlamada diğer bir problem, en iyi proses adım sırasını bulunmasıdır. Bu problem özellikle elle yapılan parça programlamada ortaya çıkmaktadır.

Bilgisayar destekli parça programlama dillerinden bazıları, en iyi operasyon sırasının elde edilmesini sağlar.

2. Optimal Olmayan Hızlar ve İlerleme Değerleri:

Konvansiyonel nümerik kontrolde kontrol sistemi kesme işlemi esnasında hızlarda ve ilerleme değerlerinde değişikliklere izin vermemektedir. Sonuçta programcı hız ve ilerleme durumlarını en kötü durumlara göre ayarlamalıdır. Böylece elde edilen sonuç, optimum produktiviteden daha düşük olmaktadır.

3. Delikli Şerit:

Programlama ile ilgili diğer bir problemde şeridin kendisinden oluşmaktadır. Kağıtlı şerit, özellikle hassas ve kırılğan nitelikte olup aşınmaya meyillidir. Ayrıca yırtılma özelliğinden dolayı, atölyede tekrarlamalı kullanımlar için güvenilir olmayan bir NC elemanıdır. Mylar gibi daha sağlam şerit malzemeleri kullanmak, bu sorunları ortadan kaldırmaktadır. Ancak bu malzemeler diğerlerine göre oldukça pahalıdır.

4. Şerit Okuyucu:

NC kullanıcıları arasında, delikli şeridi açıklayan şerit okuyucular, makinenin en az güvenilir elemanı olarak bilinir. NC tezgâhında bir arıza meydana geldiğinde bakımcılar sorunu genellikle şerit okuyucuda ararlar.

5. Kontrol Ünitesi:

Konvansiyonel NC kontrol ünitesi, rijit bir sistemdir. Yani kontrol özellikleri, bu üniteyi geliştirmek için kolaylıkla değiştirilemez. Kontrol aracı olarak bilgisayar kullanımı daha iyi yazılımlar bulunduğu anda gelişmelerin elde edilmesinde esneklik sağlayacaktır.

6.Yönetim Bilgileri:

Konvansiyonel NC sistemi, yönetimde işlemlerin yerine getirilmesi için gerekli bilgileri zamanında sağlayamaz. Bu bilgiler, parça sayımları, makine bozulmaları vs. takım değişimlerini kapsamaktadır.

Makine imalatçıları ve kontrol mühendisleri, bu problemleri çözmeye yardımcı sistemleri tasarlayarak sürekli olarak NC teknolojisini geliştirmektedirler

2.1.9. Nümerik Kontrolün Avantajları ve Dezavantajları

NC'nin avantajları:

1. Yan zamanlardan kazanç
2. Bağlama zamanlarının kısalması
3. Üretim zamanı kısalmır
4. Daha büyük üretim esnekliği
5. Daha yüksek kalite kontrol
6. Azaltılmış envanter
7. Kesici takım maliyeti azdır
8. Tezgahtan daha fazla yararlanabilme
9. Daha az makine alanı ihtiyacı
10. Daha az muayene
11. Montaj maliyeti ve süresi azdır
12. Hasar daha az olacaktır
13. Kullanma ve işleme kolaylığı sağlar

NC'nin dezavantajları:

1. Daha yüksek yatırım maliyeti
2. Yüksek bakım onarım maliyeti
3. NC personeli bulmak ya da yetiştirmek
4. Diğerleri
 - NC tezgahları voltaj dalgalanmalarına dayanmazlar
 - NC tezgahların bulunduğu ortam şartlarının sıcaklık, nem oranı ve toz bakımından kontrol altında tutulması gerekir.
 - Dizayn ve planlamacının NC konusunda eğitilmeleri

2.1.10. Nümerik Kontrolün Uygulamaları

NC sistemleri bugün talaş kaldırma işlemlerinde çok geniş bir alanda kullanılmaktadır. Bu kullanım alanları:

- Frezeleme
- Delme ve buna bağlı işlemler
- Delik büyütme
- Tornalama
- Taşlama
- Kesme

İmalat teknolojisi içinde NC tezgâhları belirli işler için uygun fakat bazı işler için uygun değildir. Aşağıda nümerik kontrollü tezgahlarda en uygun işler sıralanmıştır:

1. Küçük miktarlarda ve sık üretilecek parçalar
2. Geometrisi çok karmaşık parçalar
3. Üretim sırasında çok sayıda işlemin ve uygulamanın gerektirdiği parçalar
4. Çok miktarda talaş kaldırılacak parçalar
5. Dizayn değişikliği olabilecek parçalar
6. İş parçası üzerinde duyarlı toleranslara ihtiyaç varsa
7. Hataların üretim maliyetlerini çok arttırabileceği özellikle pahalı malzemelerden oluşan parçalar
8. %100 kontrol gerektiren parçalar

Talaşlı şekillendirmeye ek olarak NC tezgahları diğer birçok işleme de uygulanabilir. Örneğin;

1. Presleme işleri
2. Kaynak makineleri
3. Kontrol makineleri
4. Otomatik çekme makineleri
5. Montaj makineleri
6. Boru bükme
7. Alevle kesme
8. Plazma ark kaynağı ile kesme
9. Lazer ile kesme
10. Kumaş kesme
11. Otomatik perçinleme
12. Tel bükme makineleri
13. Otomatik örgü makineleri

2.2. Bilgisayarlı Nümerik Kontrol (CNC)

Bilgisayarlı nümerik kontrol, temel nümerik kontrol fonksiyonlarının bir kısmını veya tamamını gerçekleştirmek için bilgisayar kullanan bir NC sistemidir. Bilgisayar boyutlarının giderek küçülmesinden dolayı bugün piyasadaki CNC sistemlerinden birçoğu mikrobilgisayarlara dayalı bir kontrol ünitesi kullanılmaktadır. Minibilgisayarlar yıllarca CNC kontrollerinde kullanılmıştır.

Dış görünüş açısından CNC tezgâhları, konvansiyonel NC tezgâhlarına benzer. Parça programlarının ilk girişi temelde NC ile aynıdır. Parça programlarını sisteme girmek için delikli şerit okuyucuları kullanılmaktadır. Bununla birlikte konvansiyonel nümerik kontrolde, bir partideki her bir iş parçası için delikli şerit, okuyucu etrafında dönmektedir. CNC’de ise bir program bir defa girilir ve sonra bilgisayarın hafızasında saklanır. Bu nedenle şerit okuyucu sadece parça program ve datanın yüklenmesinde kullanılır.

NC ile karşılaştırıldığında, CNC’ler daha fazla esneklik ve hesaplama kabiliyetine sahiptir. Yeni sistem seçenekleri, ünitenin yeniden programlanması ile CNC kontrol birimleriyle birleştirilebilir. Bu yeniden programlama kapasitesinden dolayı, CNC çoğunlukla esnek (araya bağlantı yapılabilen) NC olarak belirtilir. CNC tezgâhlarının birçoğu yüksek düzeyli programlama grafikler yardımı ile üç boyutlu takım rotası animasyonu, gerçek zamanlı takım veri tabanı ve otomatik kesme parametrelerinin kontrolü gibi fonksiyonları gerçekleştirmektedir.

3.1. CNC Tezgahlarının Özellikleri

Bilgisayarlı nümerik kontrol’de (CNC) temel düşünce: takım tezgahlarının sayı, harf, vb. sembollerden meydana gelen ve belirli bir mantığa göre kodlanmış komutlar yardımıyla işletilmesidir. Bu tip tezgahlarda kullanılan bilgisayarlar yardımıyla programların saklanması, parça üretiminin her aşamasında programı durdurma, programda istenilen değişiklikleri yapabilme, programa istenilen noktadan devam edebilme mümkündür. Sayısal denetimli tezgahlar 4 temel bileşenden oluşur; Bu bileşenler ;

- CNC tezgahlarının fonksiyonlarını yerine getirebilmesi için verileri toplama ve saklamakta kullanılan bilgisayar
- Tezgah kontrol ünitesi ile bilgisayar arasında iletişimi ve bilgi akışını sağlayan kontrol ünitesi
- Bilgileri tezgah kontrol ünitesine gönderen arabirim
- Hız ve ilerleme kontrolleri, servo birimler ve tezgah işlemlerini (fener mili-tabla hareketleri, takım değiştiriciler) içeren fonksiyonlar.

Bilgisayar kontrolü makineler arasında bilgi iletişiminde sistem 4 temel kısımdan oluşmaktadır.

- Tahrik elamanlar (elektrik motorlar, hidrolik veya pnomatik tahrik elamanları, elektro mıknatıslar)
- Ölçme elamanları (sensörler, takometreler, enkoderler)
- Bilgisayar ile tahrik ve ölçme elamanları arasındaki iletişimi sağlayan devreler (interface ünitesi)
- Sistemin çalışmasını sağlayan bilgisayar programı

Sayısal denetimli tezgahların giriş bilgileri sayısal olarak verilmektedir. Bu şekilde sisteme büyük esneklik sağlamakta, verilerin hazırlanması ve hesaplanmasında bilgisayarların kullanılması mümkün olmaktadır. Sayısal kontrollü tezgahlarda, bilgileri tezgaha ulaştırmak için yapılan işlemler dış işlemler ve iç işlemler olarak ikiye ayrılmaktadır.

Dış işlemler; Parçanın imalat resmine ve teknolojik bilgilere dayanarak teknolojik planın hazırlanması, bu planın belirli bir kod veya dile göre programa çevrilmesi ve bu programın manyetik ortamlara aktarılması işlemlerinden oluşur. İç işlemler; kontrol ünitesi, kontrol devresi ve tezgah devresinden oluşmaktadır. Burada tezgahın kontrol ünitesi iletilen program taşıyıcısının okunması, okunan bilgilerin işlenmesi, bunların tezgahın ilgili elamanlarına

iletilmesi ve bu elamanların harekete geçirilmesi gibi işlemleri yapmaktadır. İç işlemler tezgahın donanım, Dış işlemler yazılım kısmını oluşturmaktadır.

Sayısal denetimin endüstriye yüksek hassaslık ve üretimi arttıran metot olmasına rağmen talaş kaldırma işlemlerinde bir çok değişimler yapılmış ve bunun sonunda üretim maliyetlerini düşürmüştür. Gelişen teknoloji ile birlikte CNC tezgahlarının daha verimli kullanımı gerçekleşmiştir. Günümüzde üretilen takım tezgahlarının çoğu bilgisayarla kontrollü veya programlanabilir kontrollü diğer ünitelerle yapılmaktadır. CNC tezgahlarının esas NC sistemlerine dayanır ve mikro elektronik alanda yapılan gelişmelerin sonucu olarak da tezgah kontrol ünitesinde belleğe depolanmış bir program mevcuttur. CNC parça programcısı veya tezgah operatörü bu programları kullanabilir.

3.2. CNC Tezgahlarının Avantajları:

CNC tezgahları klasik tezgahlarla karşılaştırıldığında üretimde önemli avantajlar sağlamaktadır. Bunlar şunlardır.

- Tezgahın çalışma temposu her zaman yüksek ve aynıdır.
- Tezgahta yüksek hassasiyette parça üretmek mümkündür.
- Seri ve hassas üretim insan faktörünün fazla etkili olmaması nedeniyle mümkündür.
- Üretim sırasında ayarlama, ölçü kontrolü ve elle hareket nedeniyle oluşan zaman kayıpları en aza indirilmiştir.
- Üretim sırasında operatörden kaynaklanan hatalar ortadan kaldırılmıştır.
- Parça üzerinde yapılacak değişiklikleri kısa sürede program üzerinde yapmak suretiyle uygulamak mümkündür.
- Ayar zamanının çok kısa olması
- Her türlü sarfiyat (malzeme, elektrik, emek) en aza indirgenmiştir.

3.3. CNC Tezgahlarının dezavantajları:

- Detaylı bir imalat planı gereklidir.
- İlk yatırım maliyeti çok pahalıdır.
- Klasik tezgahlara göre daha titiz bakım ve kullanım gereklidir.
- Kaliteli dolayısıyla pahalı kesici takımların kullanılması gerekir.
- Periyodik bakımları uzman kişiler tarafından düzenli olarak yapılmalıdır.
- CNC tezgahlarını kullanacak elemanların eğitim düzeyi yüksek ve nitelikli elemanlar olmasına özen gösterilmelidir.

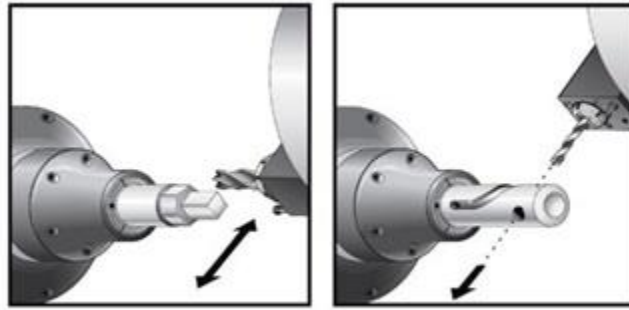
3.4. CNC Tezgahlarının Yapısı:

CNC tezgahlarında yüksek işleme kalitesi ve kararlılığının sağlanması için yüksek rijitlik, parçalar arasında minimum boşluk, düşük kütleler ve momentler, düşük sürtünme ve uygun bir sönümlemeye sahip olması gereklidir. Tezgah gövdesi, hareket iletme ve kontrol elemanlarının bu özellikleri sağlayacak malzemelerden seçilmiş ve üretilmiş olmaları gereklidir.

3. TORNA MERKEZLERİ

CNC torna tezgâhları tıpkı konvansiyonel torna tezgâhlarında olduğu gibi genellikle döner iş parçalarının işlenmesinde kullanılır. Ancak gelişen teknolojiler sonucunda torna tezgâhlarında tornalamanın dışında işlemlerinin de yapılmasını mümkün kılmıştır. Bu özelliklere sahip torna tezgâhlarına CNC tornalama merkezi (CNC Turning Center) adı verilmektedir. Böylece torna tezgâhına bağlanan iş parçası üzerindeki bütün işlemlerin tek bağlamada tamamlanması başarılmıştır.

Tornalama merkezlerinin normal CNC torna tezgâhlarından temel farklılıkları eksen sayısının fazla oluşu ve bu tür işlemlerde kullanılan kesicilerin tahrikli kesici (Live Tool) olmasıdır. Böylece ister iş parçası dönsün isterse de dursun her iki koşulda da kesme işlemi gerçekleştirilebilir. Tahrikli kesicilerin kullanıldığı tezgâhların taretlerinde bulunan tahrikli her takıma dönme hareketini sağlayan bir motor bulunur. Böylece kesici takım istenilen yön ve devirde döndürülür.

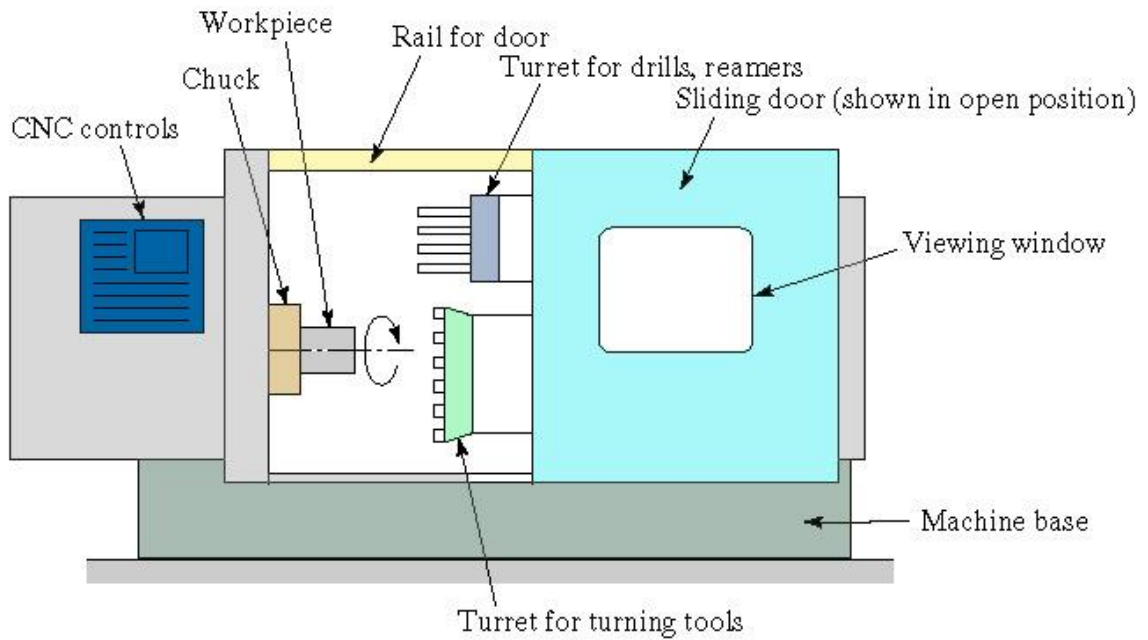


CNC TORNA TEZGAHI KISIMLARI

CNC torna tezgahı ve bu tezgahı oluşturan başlıca önemli parçalar şekil 2.1’de görülmektedir.

Bu parçalar şunlardır.

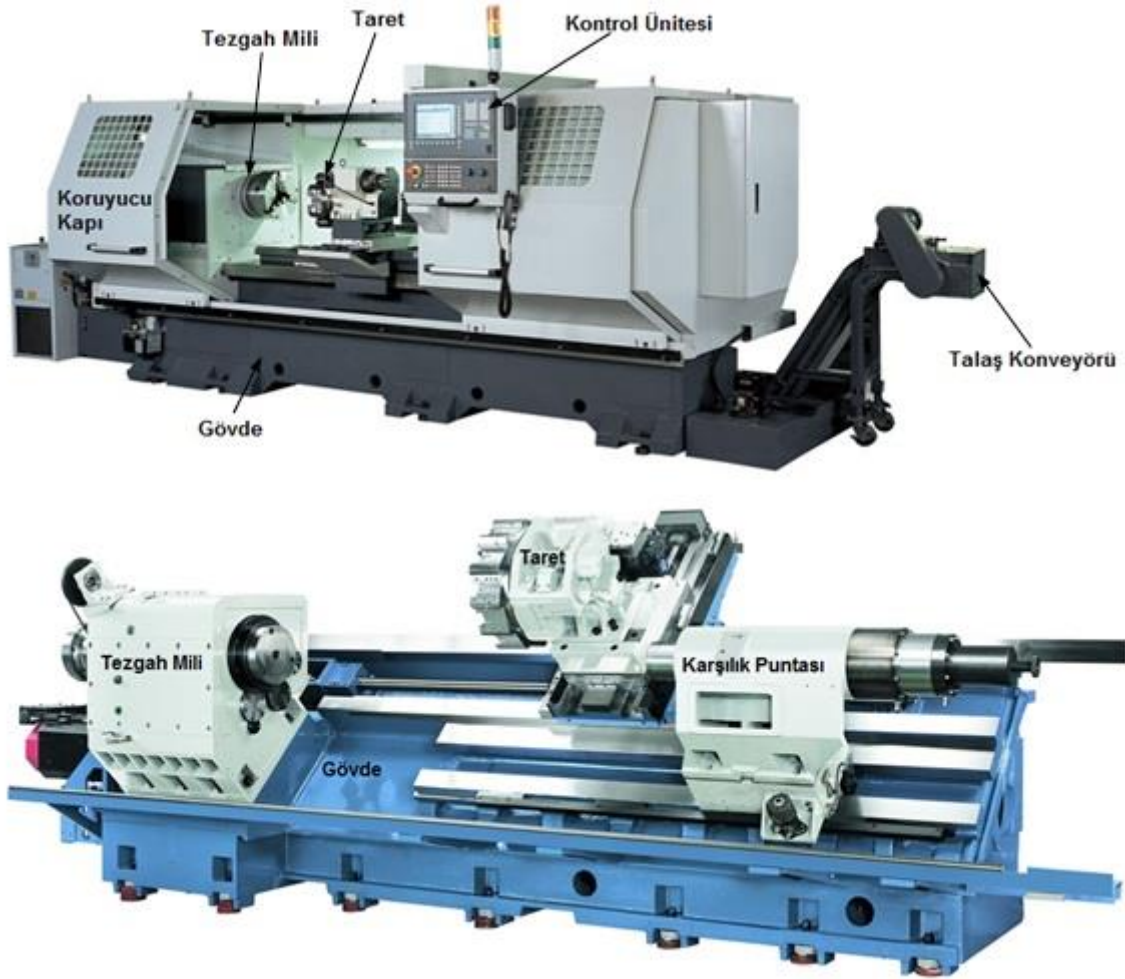
- Kontrol paneli
- Bilgisayar
- Kontrol ünitesi
- Punta başlığı yuvası
- Talaş taşıyıcı
- Koruyucu kapak
- Taret (takım tutucu)
- Ayna
- Kumanda tuşları



1- Gövde ve Kayıtlar

CNC torna tezgâhlarında gövdeler dökme demirden yekpare olarak imal edilirler. Gövdeler paralel ve eğik olmak üzere iki farklı yapıda imal edilir. Özellikle eğitim amaçlı küçük kapasiteli CNC torna tezgâhları ile ağır iş CNC torna tezgâhlarında gövde yatay banko olarak imal edilirler. Tezgâh gövdelerinin eğik banko (Slant Bed) olarak yapılmasının amacı tezgâha daha rijit bir yapı kazandırması, aksel hareketlerde hızlilik ve hassas pozisyonlamadır. Tezgâh gövdesinin eğik banko olarak dizayn edilmesinin nedeni iş parçasının bağlanma ve çözülme kolaylığı, çıkan talaşların kesme bölgesinde süratle uzaklaştırılmasıdır.

Konvansiyonel takım tezgâhlarında olduğu gibi CNC tezgâh gövdelerinin imalatında da yaygın şekilde dökme demir kullanılır. Bunun nedeni dökme demirin ucuz olması yanında kompleks gövde yapılarının dökme demirle daha kolay şekillendirilmesidir. Bir başka avantajı ise dökme demirin serbest grafitleri nedeniyle kendi kendini yağlama özelliği ve vibrasyonu yutma özelliğine sahip olmasıdır. Çelik konstrüksiyon dökme demirden daha hafif olmasına ve daha dayanıklı olmasına rağmen kaynak vb. birleştirme sorunları nedeniyle fazla rağbet görmemektedir. Kızak ve kayıtlar yüksek hassasiyet elde etmek için sertleştirilip raspanırlar. Düşük sürtünme sağlamak için yüzeyler PTFE (Polytetra Flouro Ethylene) ile kaplanır.

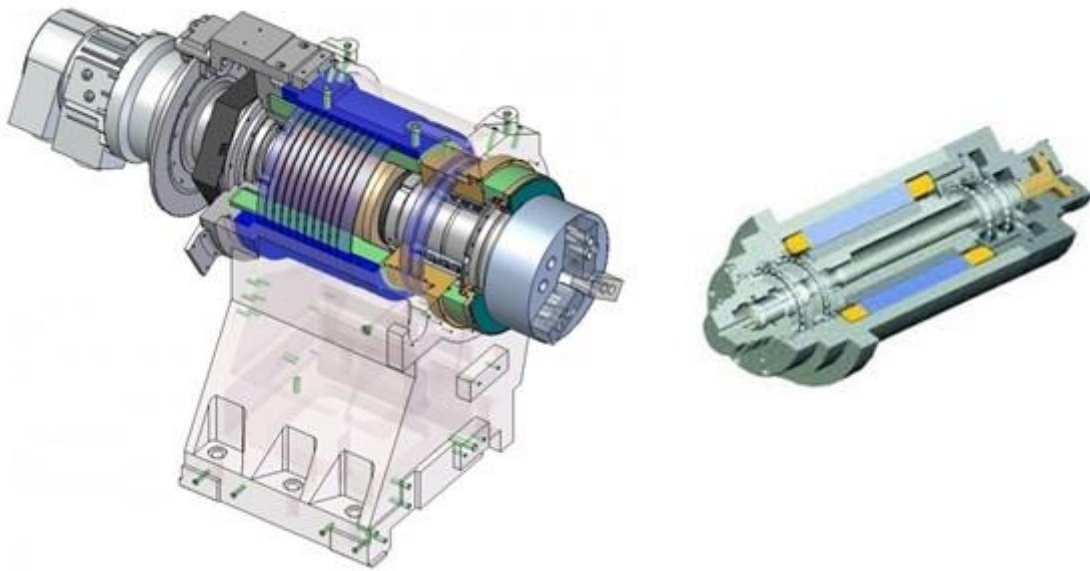
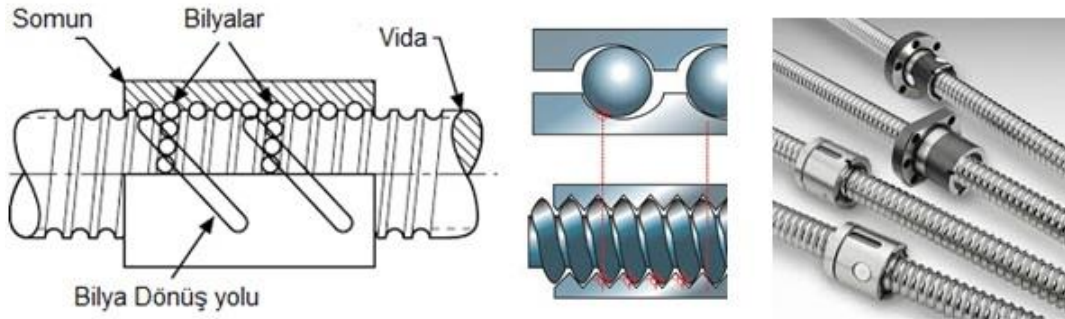


CNC torna tezgâhlarında aksel hareketler Bilyalı Vidalar (Ball Screws) yardımıyla sağlanır. Aksel hareketler çok hızlı, ani hız ve yön değiştirmeli, ani durmalı olduğu için hassas konumlandırmalar oldukça önemlidir. Konvansiyonel tezgâhlarda kullanılan vidalarda sürtünmeden dolayı hem yüksek güç gerekir hem de zamanla vida ile somun arasında boşluklar (Backlash) oluşur. Bu da tezgâhın pozisyonlamadaki hassasiyetini olumsuz olarak etkiler. Bu nedenle klasik vidalı hareket elemanlarının CNC tezgâhları için kullanılması uygun değildir. İşte bu olumsuzluğu ortadan kaldırmak için sürtünme yerine yuvarlanma hareketine göre hareket eden Devir Daimli Bilyalı Vidalar (Recirculating Ball Screws) tercih edilir.

Bilyalar somun görevini üstlenir ve vida etrafında döner. Vid dış formu tam yuvarlak değil Gotik Kavis (Gotik Arc) şeklindedir. Böylece bilyanın tüm yüzeyleri değil karşılıklı noktaları temas eder. Karşılıklı iki noktanın temas etmesi sonucunda da sürtünme en aza iner, aşınma ortadan kalkar ve hassas konumlama elde edilir.

2 - Tezgâh Mili

CNC takım tezgâhlarında tezgâh milinin tasarımı tezgâhın hassasiyet açısından en büyük önemi taşıyan kısımdır. Bu bölgede olabilecek en küçük sapmalar tezgâhta ölçüsel hatalara ve hassasiyetin bozulmasına neden olur. Tabiki sonuç olarak bu durum imal edilecek iş parçalarının yüzey kalitesini de olumsuz olarak etkiler. Dikkat edilecek olursa tezgâh milinin gövde dışına taşan kısmı yani askıda kalan kısmı minimum degerde tutulmuştur.



3 - Taret

CNC torna tezgâhlarında kesici takımların bağlandığı döner ünitelere taret adı verilir. tezgâhın yapısına uygun olarak farklı boyutlarda olabilirler. İstasyon sayısı çift (8, 10, 12) değerlerdedir. Taret dönme hareketleri hidrolik ya da servo kontrollüdür.



Şekilde görüldüğü gibi normal tornalama takımları taretin alın yüzeyine bağlanırken delik takımları taretin dış çevresi üzerine bağlanmaktadır. Böylece taretin dönmesi esnasında arka

kısımlarının çarpışmasının önüne geçmektir. Bir başka dikkat edilmesi gereken husus özellikle frezeleme özellikli (C ve Y eksenli) CNC torna tezgâhlarında tahrikli takımlar kullanıldığı için taretin de tahrikli takımlara uygun olması gerekir.

4- Kontrol Ünitesi

CNC torna tezgâhlarında tezgâhının kumanda edildiği, CNC programın manuel yazıldığı ve işletildiği, tezgâha ait sistem ve parametrik bilgilerin bulunduğu ünedir. Kontrol üniteleri 2 ana bölümden meydana gelir. 1. bölüm tezgâh hareketleri ile ilgili düğme, switch ya da butonların bulunduğu bölümdür. 2. bölüm ise alfabetik ve nümerik tuşların bulunduğu bölümdür. Bu bölümde bulunan tuşlar tıpkı bilgisayar klavyesindeki tuşlar gibidir ve aynı amaçlarla kullanılır. Yani program yazma, düzeltme sistem parametrelerine ulaşma vb. amaçlar için kullanılırlar. Genel olarak kontrol ünitelerindeki düğme ve switchlere hard keys, alfabetik ve nümerik tuşların bulunduğu bölüme ise soft keys adı verilir.



5- Karşılık Puntası

Konvansiyonel torna tezgâhlarında Gezer Punta adı verilen karşılık puntası uzun iş parçalarının alından desteklenerek salgısız ve titreşimsiz tornalanmalarına olanak tanır (Şekil – 19). Tezgâh kayıtları üzerinde hareket edebilir. Önce manuel olarak iş parçasına uygun mesafede yaklaştırılıp kayıtlar üzerine tespit edilir. Punta ucunun ileri/geri hareketi ise buton, pedal ya da CNC komutlarıyla gerçekleştirilir. Punta baskı miktarı bağlamalarda önemlidir. Bu baskı bağlanacak olan iş parçasının kalınlığı ve boyuna göre ayarlanabilir.

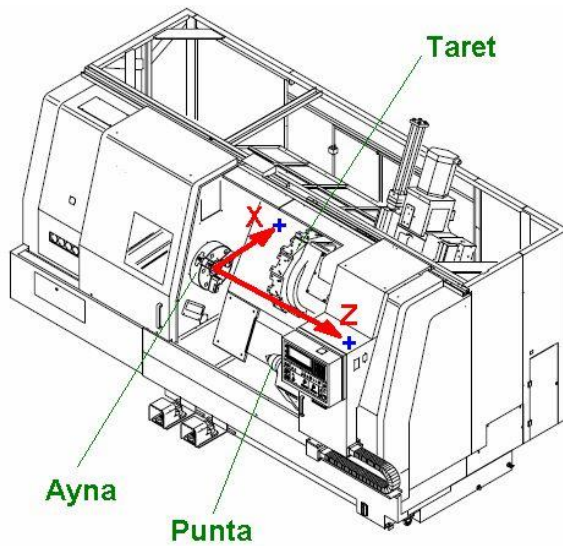


CNC TEZGAHLARINDA EKSENLER

CNC takım tezgâhlarında iş parçasının ya da kesici takımın hareketleri kartezyen koordinat sistemine göre yapılır. Bu koordinat sisteminde bir birini dik olarak kesen X, Y ve Z olmak üzere 3 temel eksen vardır. CNC programları bu koordinat sistemine göre yazılır.

Bu eksenler CNC torna tezgâhlarında (Torna Merkezlerinde) X ve Z olmak üzere iki adet, işleme merkezlerinde ise X, Y ve Z olmak üzere üç adettir.

CNC Tornanın Eksenleri



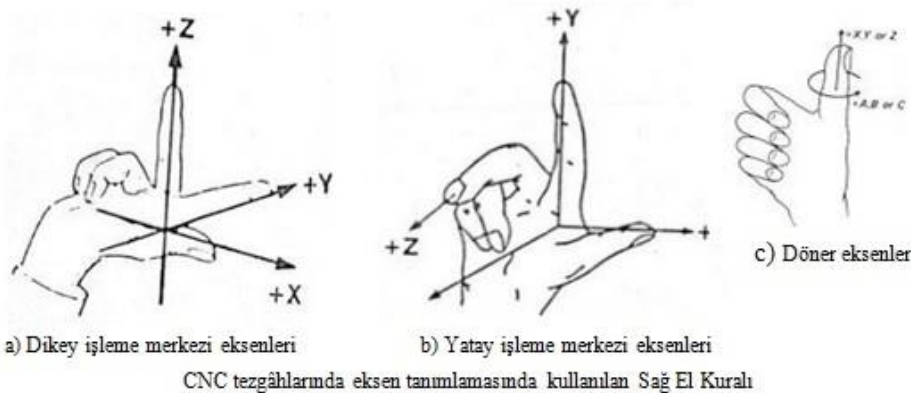
2 eksenli enine ve boyuna harekete sahiptir. CNC torna tezgahının taret **X** ve **Z** yönünde hareket eder. Boyuna hareketi Z eksenine enine hareket X eksenine sağlar. Referans sıfır noktasına göre; Z eksen ayna yönüne doğru eksi, punta yönüne artı değeri, benzer şekilde X eksen de taret bölgesine doğru artı iş parçasına veya puntaya doğru eksi değerini alır.

X, Z Eksenlerinin Gösterilişi

5

SAĞ EL KURALI

CNC takım tezgâhlarında eksenler Sağ El Kuralı (Right Hand Rule) kuralı ile tanımlanırlar. Bu 3 eksen orijin denilen noktada (avuç içinde) birleşirler ve aralarındaki açı 90° dir. Aşağıda görüldüğü gibi baş parmak X eksenini, işaret parmağı Y eksenini, orta parmak ise Z eksenini ifade etmektedir. Bu parmakların uçları ilgili eksenlerin + (Artı) yönünü gösterir.



Yukarıda da vurgulandığı gibi CNC torna tezgâhlarında X ve Z olmak üzere 2 temel eksen vardır. Z eksen CNC tornanın fener mili eksenini yani iş parçasının eksenini, X eksen ise kesici takımın iş parçası eksenine dik olarak yaptığı hareketin eksenini gösterir. Bu eksenlerin pozitif ve negatif hareketleri ise şöyle tanımlanmaktadır. Kesici takımın Z ekseninde aynaya doğru hareketi - Z, puntaya doğru hareketi ise + Z olarak tanımlanır. Kesici takımın X ekseninde iş parçasının merkezine doğru yaptığı hareket - X, iş parçasının merkezinden uzaklaşan hareket ise + X olarak tanımlanır.

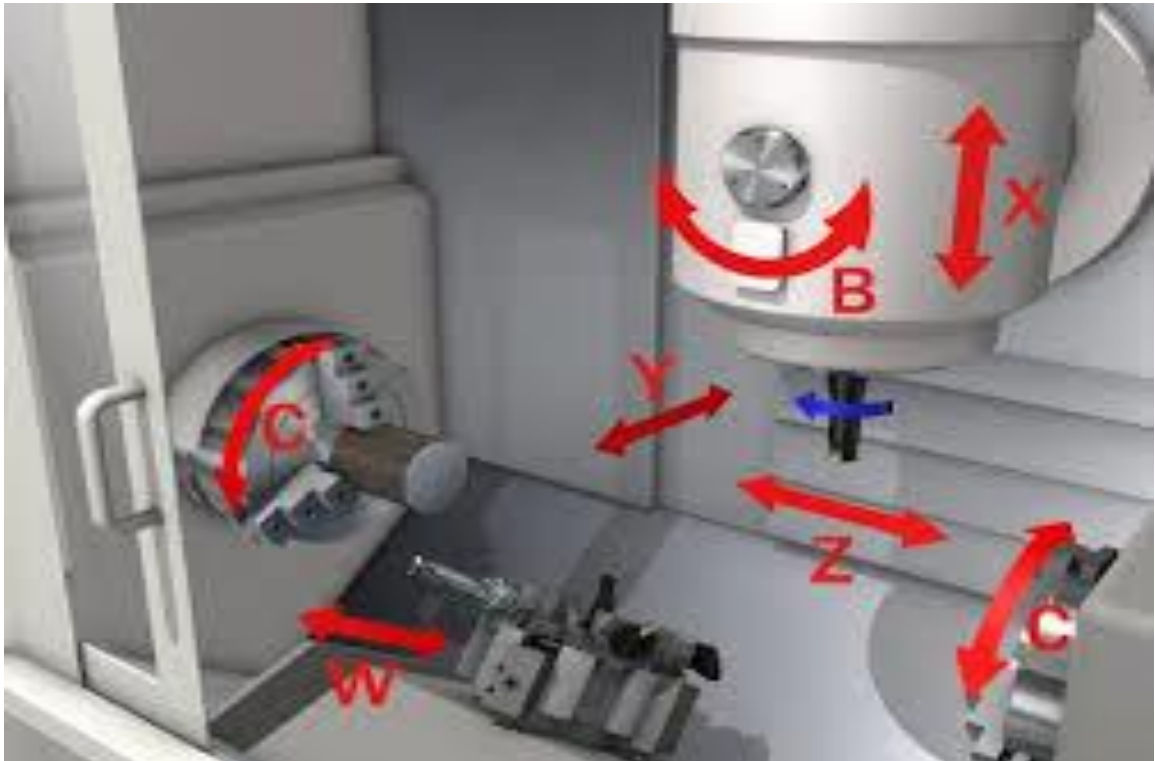
Temel Eksenler	Yardımcı Doğrusal Eksenler	Yardımcı Döner Eksenler
X	U	A
Y	V	B
Z	W	C

YARDIMCI EKSENLER

CNC takım tezgâhlarında temel eksenlerin dışında Yardımcı Doğrusal ve Yardım Döner eksenler bulunmaktadır.

X eksenindeki yardımcı doğrusal eksen U, Y eksenindeki yardımcı doğrusal eksen V, Z eksenindeki yardımcı doğrusal eksen ise W harfleri ile gösterilir.

X eksenindeki yardımcı döner eksen A, Y eksenindeki yardımcı döner eksen B, Z eksenindeki yardımcı döner eksen ise C harfleri ile gösterilir.



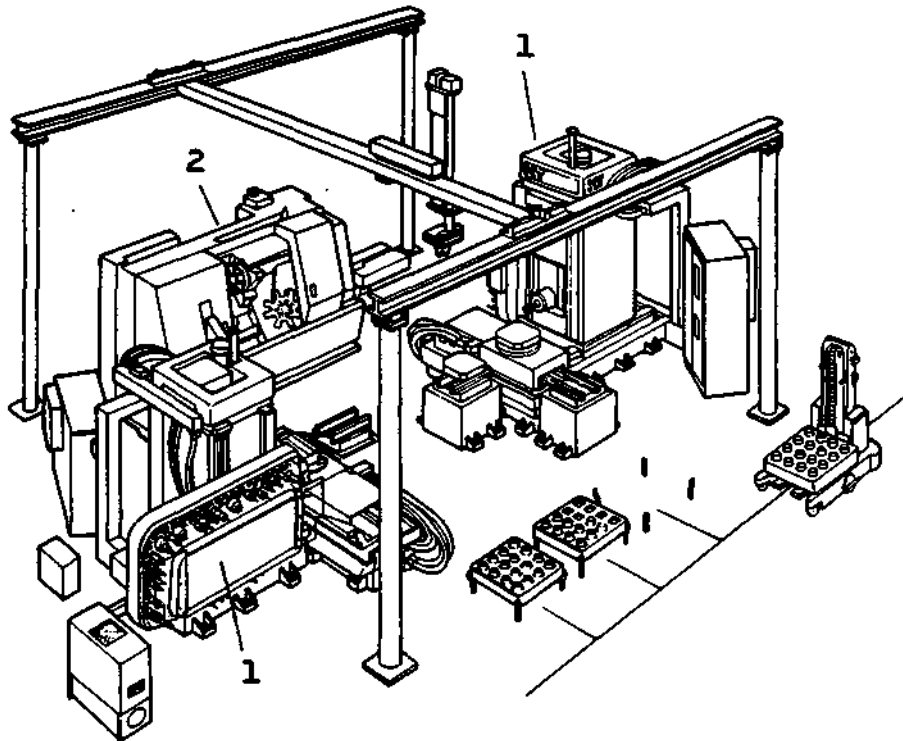
3. 2. İŞLEME MERKEZLERİ

3.2.1 Tanımlar

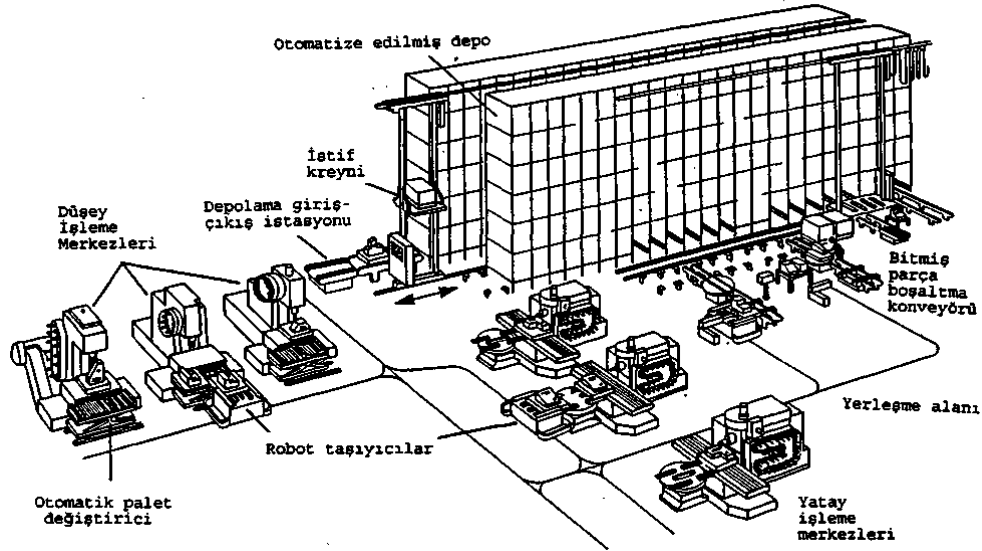
İşleme merkezleri; öncelikli olarak delme ve frezeleme işlemleri için yüksek otomatizasyonlu nümerik kontrollü takım tezgahlarıdır. Bunlar en azından, nümerik kontrollü üç adet ana eksene sahiptirler. Öteleme esası ile çalışan bu eksenlere ek olarak bir ya da iki adet dönel eksen eklenmiş olup, bunlar da ayrıca nümerik olarak kontrol edilirler. İşleme merkezlerinin başkaca önemli yönlerinden biri de; delme, tornalama ve frezeleme gibi değişik işleme yöntemlerinin optimum uygulanabilmesi için oldukça büyük bir devir sayısı ve ilerleme aralığının olmasıdır. Ayrıca bu merkezlerde takım değişimi bir takım magazini bağlantısı yardımı ile otomatik olarak gerçekleştirilir. Yan zamanların kısaltılması amacı ile bir palet değiştirme sisteminden yararlanılarak iş parçası değiştirilmesi de otomatikleştirilir.

Yukarıda sayılan durumlar nedeni ile işleme merkezlerinin büyük bir esnekliği olduğu söylenebilir. Tezgahın çok küçük bir durma zamanı içinde değişik iş parçaları tezgaha alınarak ardı ardına işlenebilir. Böylece oldukça karmaşık iş parçaları bile tek bir bağlamada imal edilebilir /1/. Değişik konstrüksiyon formlarında ve değişik boyutlarda olduklarından işleme merkezlerinin geniş bir kullanım alanı vardır. Otomatizasyon derecelerinin yüksek oluşuna bağlı olarak işleme merkezleri esnek imalat hücrelerinin (Şekil 3.1) ya da esnek imalat sistemlerinin (Şekil3.2) önemli bir yapı taşı niteliğindedir /2.3/.

İşleme merkezleri denetlenen eksen türü ve sayısı, tahrik gücü, dönme sayısı ve ilerleme miktarı aralığı, işlem bölgesi büyüklüğü, iş parçası maksimum ağırlığı, depolanabilen takım adedi gibi teknik veriler göz önünde tutularak seçilirler.



Şekil 3.1 Esnek imalat hücresi /2/
1.İşleme merkezi, 2.torna merkezleri



Şekil 3.2 İşleme merkezlerinin kullanıldığı bir insansız esnek imalat sistemi /3/

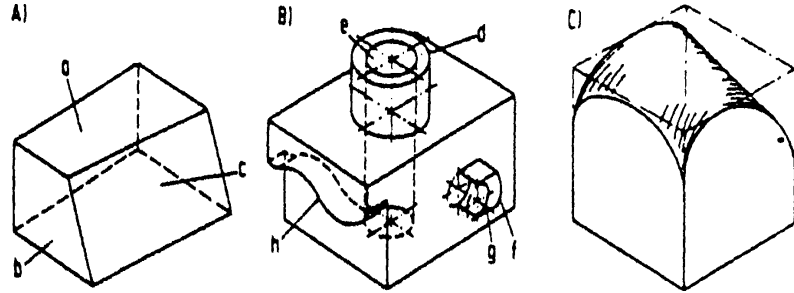
3.2.2. Uygulama Alanları ve İşlemler

İşleme merkezleri genellikle çok sayıda işlem gerektiren parçaların işlenmesinde kullanılır. Bunun yanı sıra şekil ve büyüklük olarak fazla değişim gösteren az sayıdaki otomat imalatlar için de uygundur. Günümüzde işleme merkezleri orta sayıda parça istekleri için kullanılmaktadır. İşleme merkezlerinin maksimum bir verimle çalışması için dikkatli bir iş programı yapmak gerekmektedir. Birçok firma işleme merkezlerine yaptığı yatırımın en kısa zamanda geri dönmesi için bu makinelerdeki vardiya sayısını artırmıştır. İşleme merkezlerinin diğer bir uygulaması ise NC tezgahlar ile birlikte kullanılarak esnek işleme sistemlerini oluşturmaktır. İşleme merkezlerinde işlenmesi uygun olan parçaların özellikleri şunlardır /4/:

- Birden fazla yüzeyi talaşlı işlenecek parçalar,
- Çok sayıda imalat işlemine gerek duyulan parçalar,
- Toleransı dar olan parçalar,
- Dizayn değişikliği beklenen parçalar,
- Pahalı parçalar

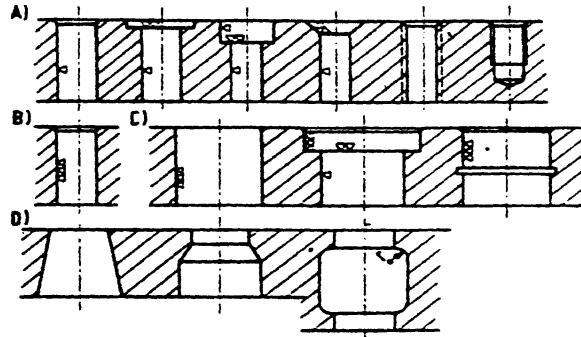
İşlemler öncelikle, konumları birbirine göre gelişi güzel olabilen düzlemsel yüzeyler üzerinde olur (şekil 3.3A), bunun yanı sıra bir boyutlu eğri yüzeyler (şekil 3.3B) ve iki boyutlu eğri yüzeyler (şekil 3.3C) de işlenebilir. Başka bir anlatımla iç tam silindirik, iç kısmı silindirik ve ayrıca kısmi silindirlerden oluşan düzensiz formlar ile, iki boyutlu eğri yüzeyler işleme merkezleri yardımı ile işlenebilirler. Silindirler ve silindir kesmeleri; dış tornalama, iç tornalama da dairesel frezeleme yolu ile üretilirken, düzensiz yüzeyler yalnızca frezeleme ile imal edilirler. Eğri formlarının yeterince bir tamlıkla elde edilebilmesi için sözü edilen formlar daire yayları ile yaklaşık olarak düzenlenirler. Bu durum standart Nümerik Kontrollü sistemlerin kullanımını mümkün kılar. Delik formları (Şekil 3.4) , geometrik tanımları gereği bir boyutlu eğri yüzeyler (silindir) sınıfına girerler. Delikler en çok kullanılan formlar olmaları nedeni ile (toplam işlem süresinin yaklaşık % 70 'inde delik formunun işlendiği söylenebilir) burada özel olarak ele alınacaktır. Ne var ki, deliklerin formları ve boyutları çok değişik olabildiğinden burada yalnızca birkaç ana tür söz konusu edilecektir. Yüksek işleme kalitesi gerektirmeyen delikler olduğu gibi yüksek konum tamlığı, geometrik form tamlığı ve

dar ölçü toleransları gerektiren delikler de vardır. Alışılmış silindirik formun dışında kalan delikler de (örnek olarak konik delikler fıçı formu delikler) işleme merkezlerinde elde edilebilmektedir. Bu tür işlemler için, hareketlerin nümerik kontrol ayrı bir eksen den alan ayarlanabilir kesicili delme takımları kullanılır.



Şekil 3.3 İşleme merkezlerinde imal edilebilen formlar

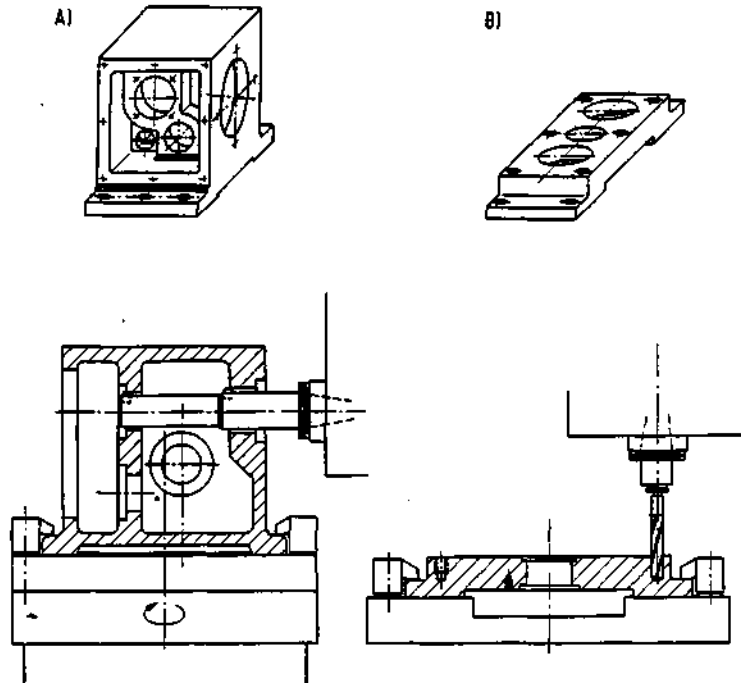
- A) Düzlemsel yüzeyler (a yatay, b düşey, c eğik),
 B) Bir boyutlu eğri yüzeyler (d ve e dış ve iç tam silindir, f ve g dış ve iç kısmı silindir, h daire yaylarından oluşmuş düzensiz yüzey),
 C) İki boyutlu eğri yüzey



Şekil 3.4 Değişik tür ve kalitede delikler

- A) Konum, form ve çap toleransları geniş olan delikler (IT9 ya da daha büyük),
 B) Konum toleransı geniş, form ve çap toleransı dar olan delikler (IT8 ya da daha küçük),
 C) Konum, form ve çap toleransları dar olan delikler (IT7 ya da daha küçük),
 D) Özel formu delikler

Yukarıda sözü edilen yüzey formların işleme merkezlerinde gerek yatay ve gerekse de düşey iş milli tezgah tipleri ile imal edilmeleri mümkündür. Hangi tipin seçileceği yüzey formuna, geometrisine bağlı olmayıp, işlenecek iş parçasının formuna bağlıdır (Şekil 3.5). İş parçasının işlenecek yüzey adedi, oluşan talaşın bölgeden uzaklaştırılması ve buna benzer kriterler tezgah tipi seçiminde göz önünde bulundurulması gerektirilen noktalardır. İstatistiki araştırmalara göre % 70 oranında yatay iş milli, % 30 oranında da düşey iş milli tipler kullanılmaktadır (Şekil 3.5) /1/.



Şekil 3.5 İşleme merkezlerinde işlenebilen iş parçası formları A) Küp formu. B) Düzlem formu

3.2.3. İşleme Merkezlerinde Konstrüksiyon

3.2.3.1. Ana Kısımlar

İşleme merkezlerinin ana kısımları yatak, kızak, kolon, tabla, servo motorlar, bilyalı vidalı miller, iş mili, takım değiştirici ve tezgah kontrol ünitesidir (Şekil 3.6) /5,6/.

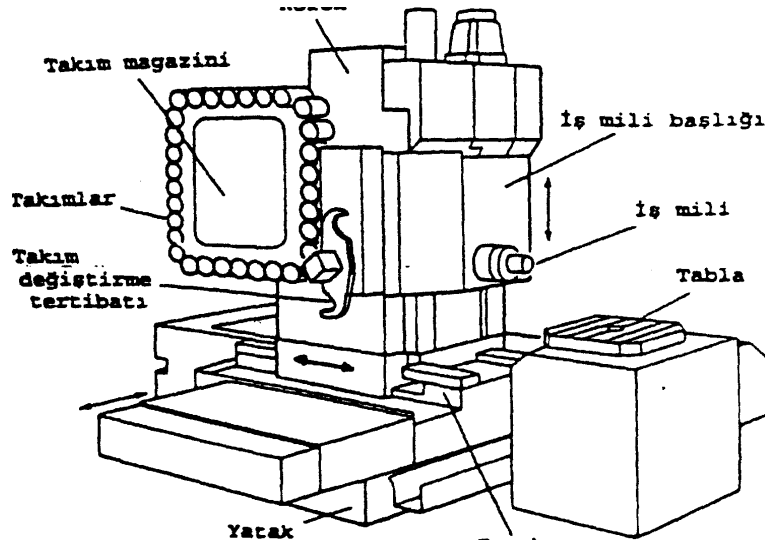
YATAK(GÖVDE):Yatak genellikle ağır talaş kaldırma işlemlerini gerçekleştirebilecek ve yüksek hassasiyet sağlayabilecek rijit bir tezgah oluşturabilmesi için, kaliteli dökme demirden yapılır. Sertleştirilmiş ve taşlanmış kızak yolları tüm lineer eksenlere rijit destek sağlamak için yatağa monte edilir.

KIZAK: Sertleştirilmiş ve taşlanmış kızak yolları üzerine monte edilen kızak, işleme merkezinin bir eksenini doğrusal hareketini gerçekleştirir.

KOLON: Kızağa monte edilen kolon, talaş kaldırma esnasındaki deformasyonu önlemek için yüksek burulma dayanımına sahip olacak şekilde dizayn edilir. Kolon işleme merkezinin bir eksenini doğrusal hareketini sağlar.

TABLA: Tabla, işlenecek iş parçalarının işleme merkezlerine bağlanmasını ve bazı tezgahlarda da işleme merkezinin bir eksenini doğrusal hareketini sağlar.

SERVO SİSTEM: Servo motorlar, bilyalı vidalı miller ve enkoderlerden oluşan servo sistem X, Y, Z eksenlerinin hızlı, hassas hareketlerini ve pozisyonlanmasını sağlar. Enkoderler yüksek pozisyonlanma ve tekrarlanabilirlik sağlayan bir kapalı kontrol sisteminde, bilyalı vidalı milin ucuna monte edilirler.

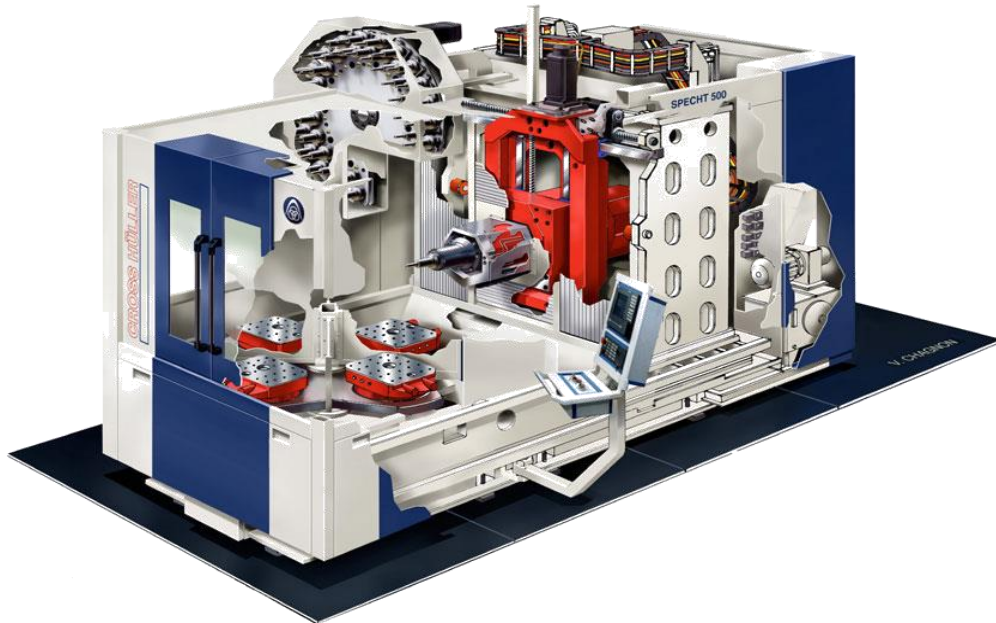


Şekil 3.6 Üç eksenli bir işleme merkezinin ana kısımları

İŞ MİLİ: Küçük artımlarla programlanabilen iş mili, geniş bir devir sayısı aralığına sahiptir. Sabit bir pozisyonda ya da bir döner eksen oluşturacak şekilde olabilir.

TAKIM DEĞİŞTİRME TERTİBATI: Esas olarak düşey ve yatay olmak üzere iki tip takım değiştirme tertibatı vardır. Takım değiştirme tertibatı bir takıma rasgele erişimi en kısa mesafede olacak şekilde iki yönlüdür. Takım değiştirme zamanı genellikle 3-5 saniyedir.

TEZGAH KONTROL ÜNİTESİ: Bu ünite programlama, talaşlı işleme, tanımlamalar, takım ve tezgah izleme vs. gibi değişik operasyonları gerçekleştiren bir ünite ve bir operatörlerin çalışmasına müsaade eder. Tezgah kontrol ünitesi imalatçı firmaların seçimleriyle yakından ilgilidir. Tezgah kontrol üniteleri, daha çok işleme uygun, daha güvenilir ve talaşlı işlemleri işçi kabiliyetine daha az bağlı olacak şekilde gerçekleştirmeye uygun şekilde gün geçtikçe geliştirilmektedirler.



3.2.3.2.İşleme Merkezlerinin Konstrüktif Özellikleri

Amaçlanan ölçü ve form tamlığının elde edilebilmesi için işleme merkezlerinin yeterli rijitlikte olması gerekmektedir. Rijit bir konstrüksiyon sayesinde işlenecek parçanın toleranslar içinde kalmasa, sağlanabilir. Yatak yüzeylerinin sertleştirilmiş yüzeyler ile donatılması, kızak yolları profillerinin ve aralıklarının hassas işlenmiş olması gibi durumlar öncelikli olarak göz önünde bulundurulmalıdır.

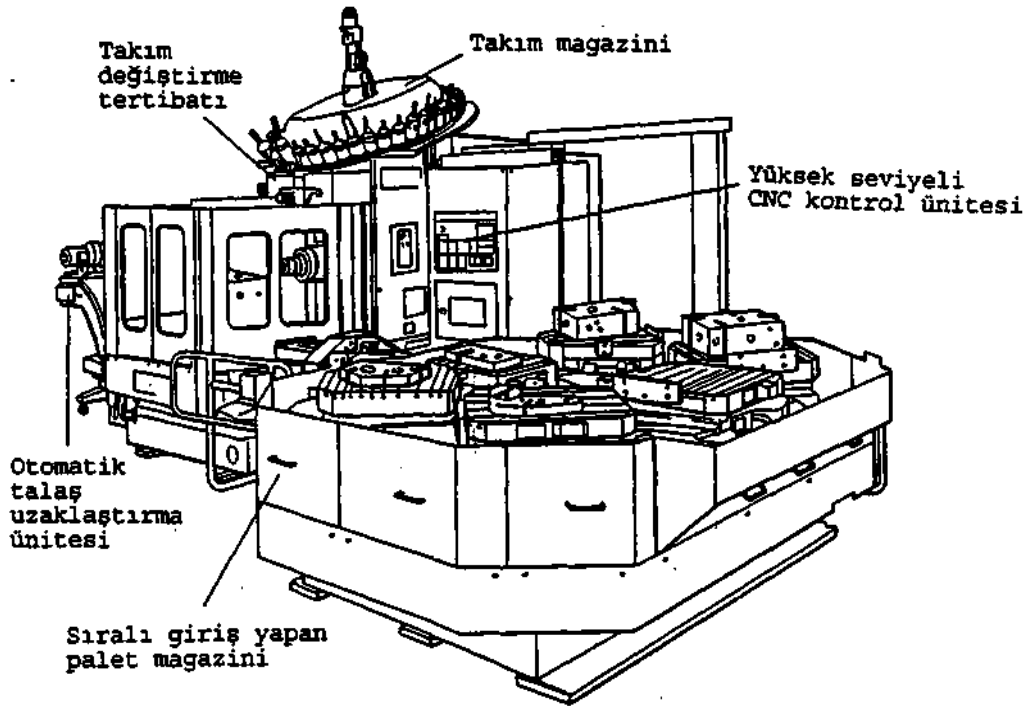
İş milinin kademesiz ayarlanabilir dönme sayıları ile ya da sık kademeli dönme sayıları ile kumanda edilebilmesi için günümüzde alternatif akım motoru tercih edilmektedir. Statik ve dinamik yönden rijit olan iş mili ve iş mili yatakları yüksek tahrik güçlerinin uygulanmasına ve yüksek kesme güçlerinin elde edilmesine olanak verir. İş mili yataklarındaki hassasiyet ise, sıcaklık dengelenmesi özenle yapılmış simetrik bir konstrüksiyonu gerektirir.

Dinamik yönden rijit bir tahrik mekanizmasının elde edilebilmesi için son zamanlarda düşük devirli doğru akımlı servo motorlar kullanılmaktadır. Bunların üstün yönleri; dişli kutusu gerektirmeksizin iş mili ile doğrudan bağlanabilmelerinden kaynaklanabilmektedir. İvmelerin büyük oluşu ve değişik devir sayılarına hızlıca uyum sağlamaları yan zamanları kısaltmaktadır.

İşleme merkezlerinin konstrüksiyonunda dikkat edilmesi gereken noktalardan birkaçı da; takım bağlama ve değiştirme zamanlarının kısa olması, bakım ve onarımın kolayca yapılabilmesin yardımcı donanımların yeterince bulunması gibi konulardır /1/.

3.2.5 Bir İşleme Merkezinin Tipik İşlem Sırası

İşleme merkezlerine büyük yatırımlar yapıldığından devamlı, karlı ve etkin bir şekilde verimli olarak kullanılmalıdırlar. Her kesici takım, bir takım tutucuda çap ve derinlik için ayarlanır. Takım tutucu iş miline yerleştğinde, tezgah üzerinde herhangi bir ayarlama yapılmaksızın kesici takım programlanmış boyutlarda işleme yapar. Takımlar tezgah sütununun üzerinde ya da yanında bulunan magazinlerdeki deliklerde yer alırlar.



Şekil 3.7 İnsansız işleme merkezi

Program da işleme sırası gelen kesici takım çağrıldığında, takım bir sensör ile tutucu etrafındaki kodlanmış halkalardan tanımlanır ve sonra birkaç saniye içinde bir mekanik takım değiştirme tertibatı ile tezgahın iş miline transfer edilir, iş mili genellikle 1,5 -56 KW (2-75 BG) motorla tahrik edilen 50-4000 dev/dak.'lık bir hız aralığına sahiptir. Bir iş parçası işlendikten sonra mekanik olarak palet üzerinde kayarak işleme bölgesinden uzaklaştırılır. Yerine yeni işlenecek iş parçası palet üzerinde kayarak işleme bölgesine gelir. Böylece tezgahta zaman kaybı olmaksızın talaş kaldırma işlemi gerçekleştirilir /1/.

Bir sonraki gelişme insansız işleme merkezleridir. Bu ünite, birden fazla parça işleme merkezine bitişik kısımda (depoda) paletler üzerine yerleştirilmiştir (Şekil 3.7) /3/. Parçalar iş istasyonuna ve dönüşte de otomatik olarak iş istasyonundan transfer edilir. CNC kontrol, bütün bu işlerin programlarını saklamak için yeterince büyük bir hafızaya sahiptir ve her program iş istasyonunda parçaya uygun olarak çağırılır. İşleme merkezleri konvansiyonel olarak kullanılabilir. Paletler ve programlar gün boyunca yüklenebilir. Tezgah gece ya da bütün hafta sonu boyunca, çok az ya da ihtiyaç duyulmaksızın çalışabilir, ikinci ve üçüncü vardiyalar sırasında işçi maliyeti daha yüksek, elektrik enerjisi maliyeti düşük olduğu zaman, paletler talaşlı işlenecek spesifik iş parçası için uygun programı seçen işleme merkezlerine otomatik olarak hareket eder. Benzer operasyon takım isteklerini tezgahın kapasitesine uygun olarak tutmak için, parçaları üzerinde gerçekleştirilmelidir. Şekil 3.7. Palet, takım magazinleri ve ana bilgisayar ile haberleşme kabiliyetine sahip yüksek seviyede CNC kontrollü, insansız operasyonlar için dizayn edilmiş işleme merkezleri /3/

Kontrol ünitesi iş mili hızlarını ve momentlerini kontrol eder ve programlanan değerleri devam ettirmek için ilerleme değerlerini otomatik olarak değiştirir, işleme merkezleri ayrıca takım aşınmasını algılayan otomatik cihazlarla donatılırlar. Takımlar, kesen ağız ya da yüzeyler üzerindeki aşınmayı saptayan, tezgah üzerinde bulunan bir ölçme cihazıyla temas ettirilir. Eğer aşınma programlanan limiti aşmışsa, takım kabul edilmez ve başka alternatifi

seçilir ya da bir ikaz lambası yanar. Tezgah üzerindeki bir ölçme düzeni, kırılmış takım saptar ve iş mili takım çapını ölçmek için bir derecelik artımlarla takımları döndürebilir.

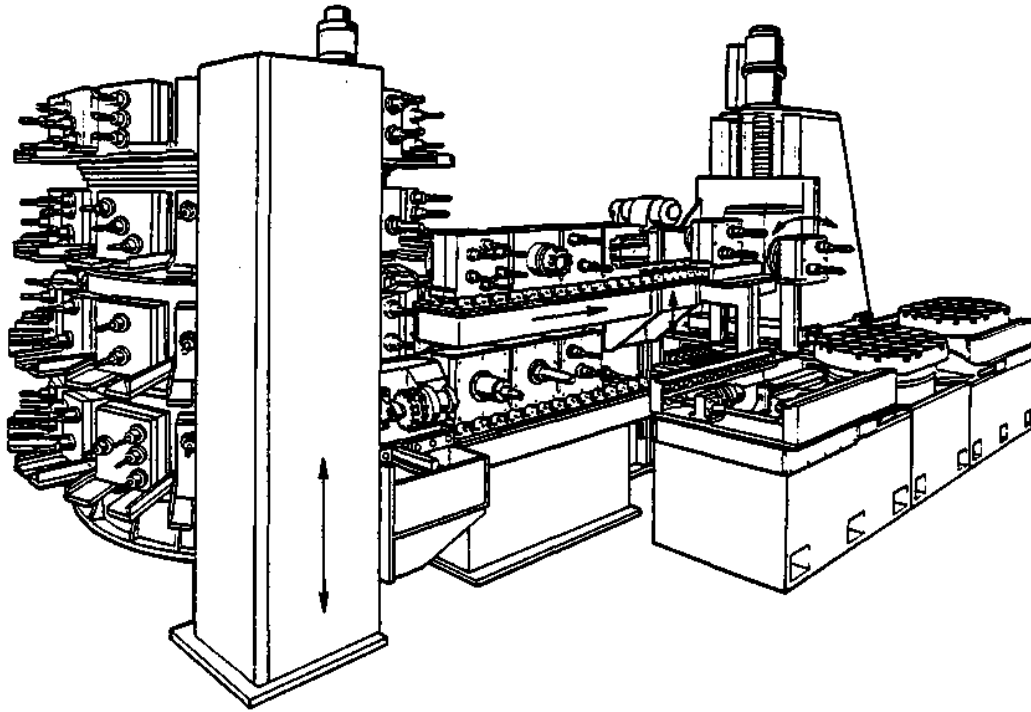
3.2.6 İşleme Merkezlerinin Avantajları ve Dezavantajları

Yüksek prodüktivite ve çok yönlülük işleme merkezinin temel avantajlarıdır. Tek bir tezgah üzerinde delik delme, tornalama, raybalama, delik işleme, frezeleme ve vida açma operasyonları yapılarak, ayrı ayrı tezgahlarda işlem yapma ihtiyacı elimine edilir. Böylece işçilik maliyetleri ve donatım yatırımı azalır. Kalifiye olmayan bir işçi iki ya da çok sayıda işleme merkezine bakabilir. Çoğu iş parçaları bir tek işleme merkezi üzerinde genellikle bir bağlama ile tamamlanabilir. Diğer ilave tasarruflar azalan malzeme iletimi, aparat maliyetleri ile alan ihtiyaçlarının azalmasından sağlanır. Tezgahlar arası iş transferinde geçen zamanın önemli bir kısmı tasarruf edilir ve üretim çok hızlıdır. Diğer bir avantaj da işlem esnasında uygulanan işlenmiş parça Bayisinin kontrolü çeşitli tezgahlar arasında iş parçası hareket ederken saptanırken, işleme merkezlerinde sadece bir tezgahtaki iş için uygulanır. Bu bir avantajdır. Çoğu işleme merkezleri, yüksek kaliteli parçalar veren ve muayene maliyetlerin! ve temizliği azaltan, tekrarlı sıkı toleransları korurlar, özellikle, bir iş parçasının çeşitli yüzeyleri üzerindeki talaşlı işleme özelliklerinin ilişkilerini çok kolaylıkla istenilen toleranslar içinde tutar. Bir iş parçasının üretiminden bir diğerine geçiş çabuk olarak yapılır.

İşleme merkezlerinde esas talaş kaldırma (işleme) zamanı tek maksatlı, elle yönetilen takım tezgahlarına göre iki ya da daha fazla katı olabilir. Özellikle birçok takım ve sık takım değiştirme isteyen uygulamalarda adam saat basma prodüktivitede % 300-500 ya da daha fazla artışlar oluşur.

İşleme merkezleri, diğer takım tezgahlarının birçoğundan daha yüksek yatırım maliyetine sahiptir. Fakat işleme merkezlerinde yatırımın yıllık karlığa dönüşü hemen hemen % 30 civarındadır. Daha küçük compact modeller, küçük iş atölyelerinde kullanabilecek durumdadırlar. Konulabilen hassasiyetler ve tezgahların güvenilirliği ve onların kontrolleri, 1950'lerde işleme merkezlerinin başlamasından bu yana devamlı olarak geliştirilmektedir.

İşleme merkezleri fazla miktarda üretimler için büyük dezavantaj a sahiptir. Çünkü işleme merkezlerinde iş parçasından talaş kaldırma işlemine sadece bir kesici takım katılır. İşleme merkezleri esnek imalat sistemlerinde çok takımlı tezgahlar sırasında, bir yere sahiptir, işleme merkezlerini fazla miktarda üretime uygun, daha rekabete dayanan hale getirmek için gayret gösterilmiştir. Birçok ünitenin çoklu iş milleriyle oluşturulmasına rağmen büyük gelişmeye, çoklu takım kafa deposunun ve transfer mekanizmalarının ilavesiyle sahip olunmuştur. Çoklu takım kafaları matkap kafaları gibi disk şeklindeki bir raf ya da bir sonsuz konveyörde depolanabilir. Sırası gelip çağrılan takım kafaları bir takım değiştirici yardımıyla iş miline bağlanır. Çoklu takım kafaları istenirse tek tek takımlar ile değiştirilebilir /4,8/. Şekil 3.8'de çok basamaklı (raflı) bir disk üzerinde bulunan takım kafalarının, hareketli kolonlu iş milli işleme merkezinin iş miline otomatik olarak transferi gösterilmektedir./10/



Şekil 3.8 Hareketli kolonlu yatay iş milli işleme merkezinin iş miline, otomatik olarak transfer edilen ve çok basamaklı(raflı) bir disk üzerinde bulunan takım kafaları

3.2.7 İşleme Merkezlerinin Sınıflandırılması

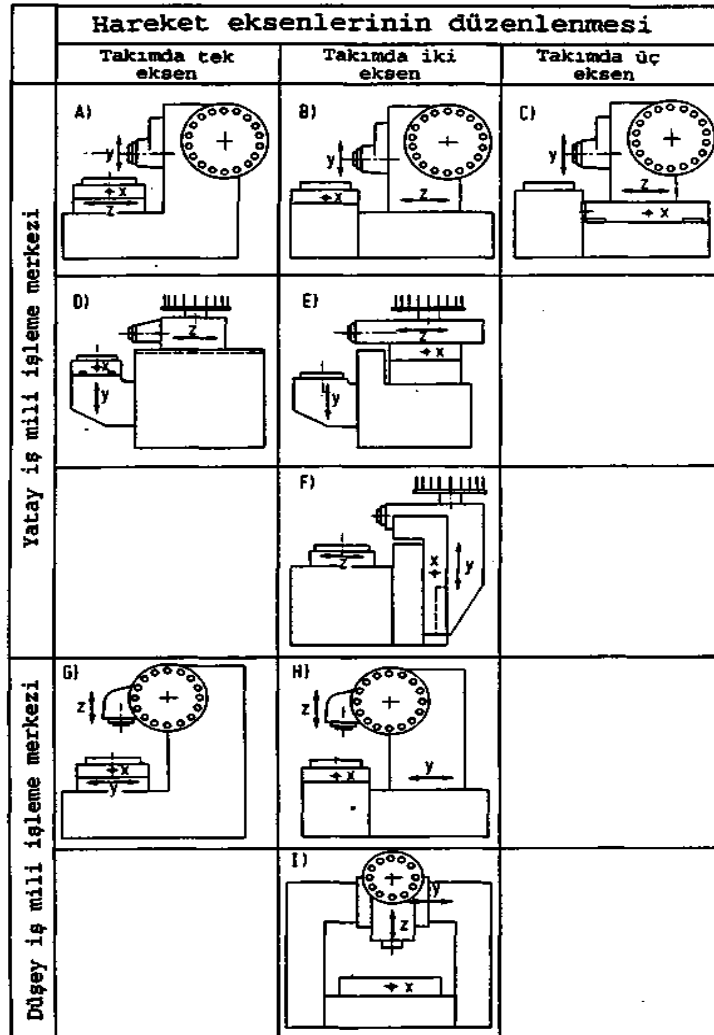
İşleme merkezleri genelde birkaç ana tipe ayrılırlar. Boyut, iş mili çapı, işlem aralığı, iş milinin konumu, nümerik kontrollü eksenlerin sayısı ve takım magazininin kapasitesi bu ana tiplerin ortaya çıkmasındaki ana kriterlerdir. Örnek olarak iş mili konumu yatay ve dikey işleme merkezlerinin birbirinden ayıran kriterlerdir. Ayrıca hareket eksenlerinin dağılım biçimi de, ayrı ayrı işleme merkezi tiplerini oluşturur. İşleme merkezlerinin Şekil 3.13'de konstrüksiyon tiplerine göre, Şekil 3.14'te ise nümerik kontrollü eksen sayılarına göre sınıflandırılması gösterilmiştir /1,2/.

3.2.7.1 Gövde Formuna Göre Sınıflandırma

Gövde formuna göre üç tip işleme merkezinden söz edilebilir. Tek sütunlu tezgah tipinin (Şekil 3.9 A-C, G ve H) tanıtıcı özelliği tezgah kolonunun dikey düzenlenmiş olmasıdır. İşleme merkezlerinin kolon konumlarının ve hareket eksenlerinin düzenlenme biçimleri farklı grupların oluşumuna neden olur (Şekil 3.9 B) . Tek kolonlu tezgahlarda gerek yatay ve gerekse de dikey takım değiştirme düzenlerinin olabileceği gözden kaçmamalıdır. Bu tipin kullanım alanı çok geniş olup, gerek küçük ve gerekse de çok büyük adetlerde yapılan seri üretim işlemlerinde uygundur. Bu sistemin ayrıca avantajı, tezgah tablasının boyutunun X yönünde uzun tutulabilirle olanağının sağlanmasıdır /1/.

Şekil 3.9 D, E, F' de görülen işleme merkezlerinin konsol tipleri, bilinen konsollu **freze** tezgahlarından geliştirilmiş tiplerdir. Bu tiplerin aralarındaki farklar; X,Y ve Z yönündeki hareketlerin konsol ve kolonlara değişik kombinasyonlarla dağıtılmış olması, iş parçasının

düşey hareket serbestliği ve oluşan talaş kütlesinin uzaklaştırılmasındaki değişikliklerdir. Bu nedenle ve özellikle de Y ve Z yönündeki strokların çoğunlukla sınırlı olması ve ayrıca talaşın bölgeden uzaklaştırılması sorunlar bu tip tezgahların boyutlarının küçük olmasına neden olur. Örnek olarak $X=800\text{ mm}$ $Y=500\text{ mm}$ ve $Z=630\text{ mm}$ lik çalışma alanları bu tip tezgahlar için üst sınırlardır. Takım magazini genellikle kolonla eş eksenli olup iş mili grubunun üzerinde bulunur ve iş mili eksenel yöndeki hareketini, takım magazini ile birlikte yapar. Bunun sonucu olarak takım değiştirme zamanları oldukça kısadır.

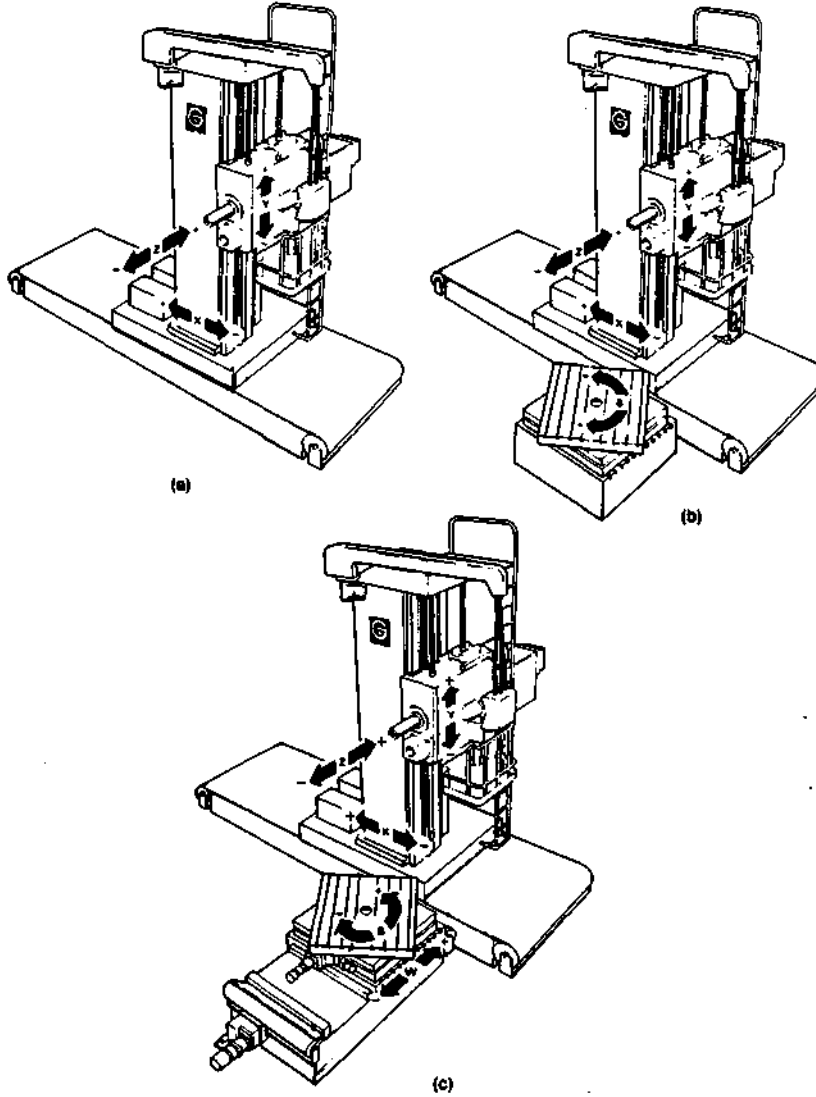


Şekil 3.9 İşleme merkezlerinde konstrüksiyon tipleri

- A, B, C) Yatay iş milli işleme merkezleri,
D, E, F) Konsollu işleme merkezleri,
G, H) Düşey iş milli işleme merkezleri,
I) Portal işleme merkezi

Diğer yönden takım magazininin kütlesinin büyük oluşu ve bu büyük kütlenin sürekli hareket içinde bulunması bu tip işleme merkezlerinin sakıncalı yönleridir. Ayrıca bu çözümler (takım magazininin sürekli hareket halinde olması) iş parçası değiştirme düzenlerinin yapısını da zorlaştırır.

Düsey işleme merkezleri için çift kolonlu portal düzenlerde geliştirilmiştir. (şekil 3.9 I) bu tip tezgahlar öncelikle çok büyük ve yassı iş parçaları için uygundur. Takım magazini genellikle tezgahın yan tarafında bulunur.



Şekil 3.10 nümerik kontrollü yatay iş mili işleme merkezlerinin eksen sayısına göre sınıflandırılması: a üç eksenli, b dört eksenli, c beş eksenli /2/

3.2.7.2 İş Mili Ve Eksen Düzlemine Göre Sınıflandırma

Sınıflandırma kriteri olarak eksenlerin düzeni göz önüne alındığında, üzerinde öteleme hareketi yapılan X,Y,Z eksenleri esas olur. Bu eksenlerin tanımları VDI3255, DIN 66217 ve ISO-R 841normlarında yapılmıştır (Şekil 10) /1/.

İşleme merkezlerinde takımın ya da iş parçasından hangisinin hareketli olduğu önemli olmadığından işleme merkezlerinin konstrüksiyonunda pek çok varyasyon olanağı vardır. Bu varyasyonların iki uç tipi; bütün hareketlerin takım tarafından (Şekil 3.11 A) X, Y ve Z yönünde yapıldığı tip ile bütün bu hareketlerin iş parçası tarafından (Şekil 3.11B) yapıldığı tiptir. Sözü edilen her iki tipin üstün ve sakıncalı yönleri aşağıda verilmiştir/1/:

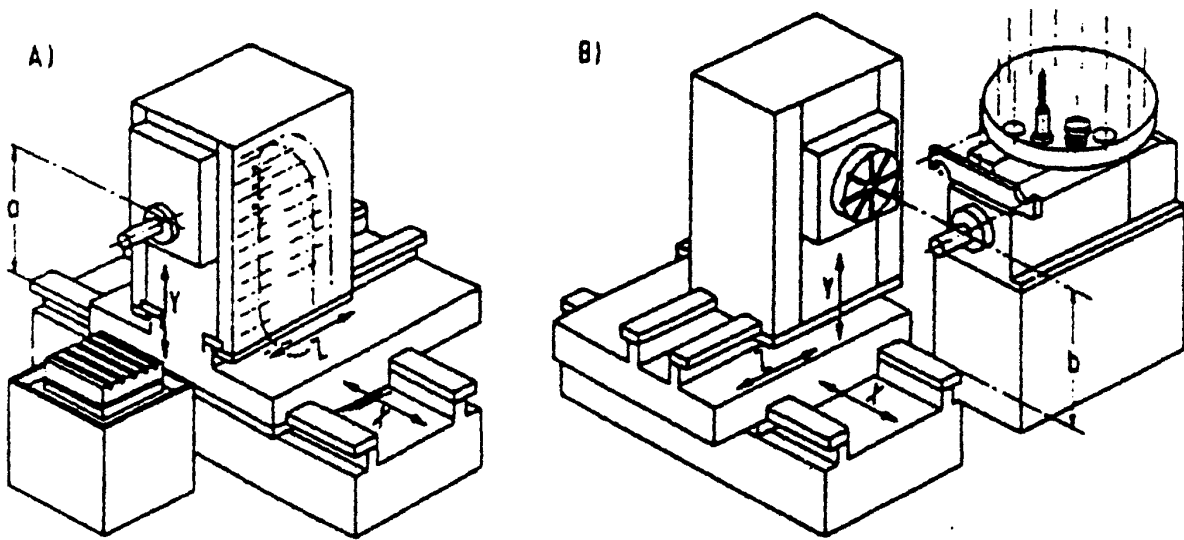
A) Bütün Hareketlerin takım tarafından yapıldığı işleme merkezleri

Avantajları:

- İş parçası tablası ve talaş plakası sabittir,
- Parça bağlama ve sökme kolaylıkla gerçekleştirilebilir,
- Boyutları büyük ve ağır iş parçaları için uygundur,
- İki ayrı iş tablası ile çalışılabilir,
- Tablalar kolaylıkla değiştirilebilir,
- İş parçası tablaları değişik konstrüksiyonlarda olabilir,
- Kolon yatakları X yönünde serbestçe uzatılabilir.

Dezavantajları:

- Çapraz kızak konstrüksiyonu nispeten pahalıdır,
- Üst üste bir konumda bulunan X ve Z eksenleri nedeni ile a mesafesi daha büyük (düşük stabilite),
- Takım magazini en azından X eksen yönünde hareketli olmalıdır,
- X eksen doğrultusunda hareket eden kütleler oldukça büyüktür
- Boru, kablo ve hortum kısımlarının yıpranması fazla olur.



Şekil 3.11 Yatay iş milli işleme merkezine ait iki uç konstrüksiyon tipi

- A) Bütün hareketlerin takım tarafından yapıldığı durum,
 B) Bütün hareketlerin iş parçası tarafından yapıldığı durum

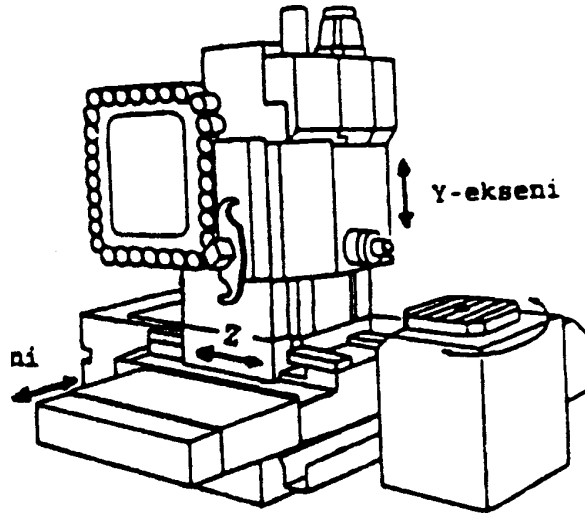
B) Bütün hareketlerin iş parçası tarafından yapıldığı durum

Avantajları:

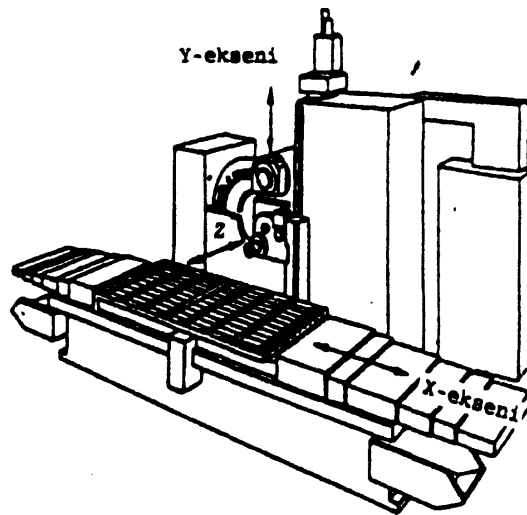
- Sabit iş mili,
- Sabit takım magazini

Dezavantajları:

- Tezgah tablası için gerekli çapraz kızak konstrüksiyonu oldukça pahalıdır,'
- b mesafesi nispeten fazladır (düşük stabilite),
- Yükleme ve boşaltma zordur,
- Görece hafif iş parçaları için uygundur,
- Palet değişimi zordur,
- Boru, kablo ve hortum yıpranması fazladır.

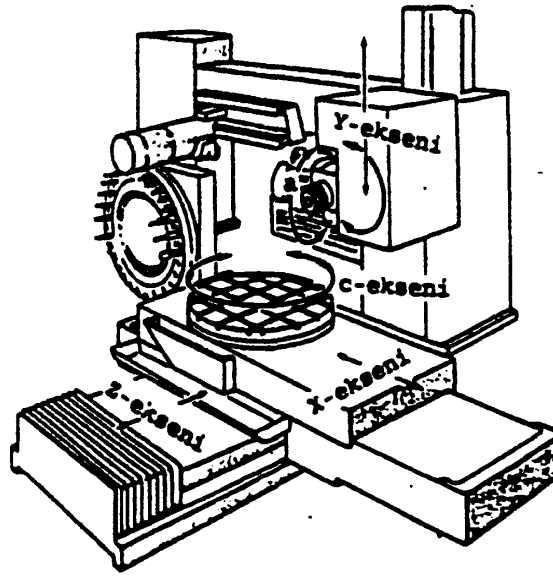


Şekil 3.12 Yatay iş milli, orta büyüklükte ve sabit döner tablalı işleme merkezi; Bütün hareketler takım tarafından yapılmaktadır.



Şekil 3.13 Yatay iş milli eksenli, orta büyüklükte bir işleme merkezi; X yönünde iş parçası hareketi, Y ve Z yönlerinde takım hareketi

Şekil 3.11'de görülen yatay iş mil , orta büyüklükte, işleme merkezinde X, Y ve Z yönündeki bütün hareketler takım tarafından yapılır, iş parçası işleme sırasında bağlama tablasının üzerinde sabittir, iş tablası döner olarak düzenlenmiştir. Bu tabla Nümerik kontrol sisteminde dördüncü eksen olarak kabul edilebilir. Kübik geometrili iş parçalarının işlenmesi durumunda bu türden iki adet iş parçası yan yana bağlanabilir /1.9.10/.

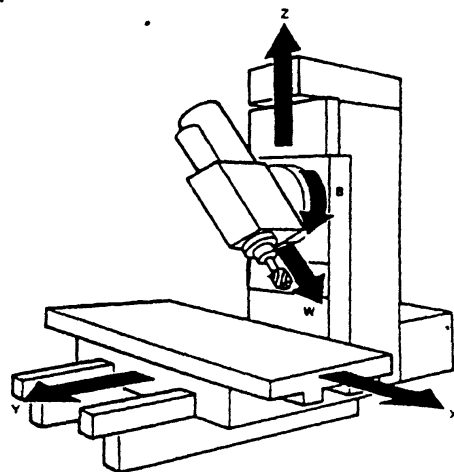


Şekil 3.14 Yatay iş milli ve çapraz tablalı işleme merkezleri; X ve Z yönünde iş parçası hareketi, Y yönünde takım hareketi

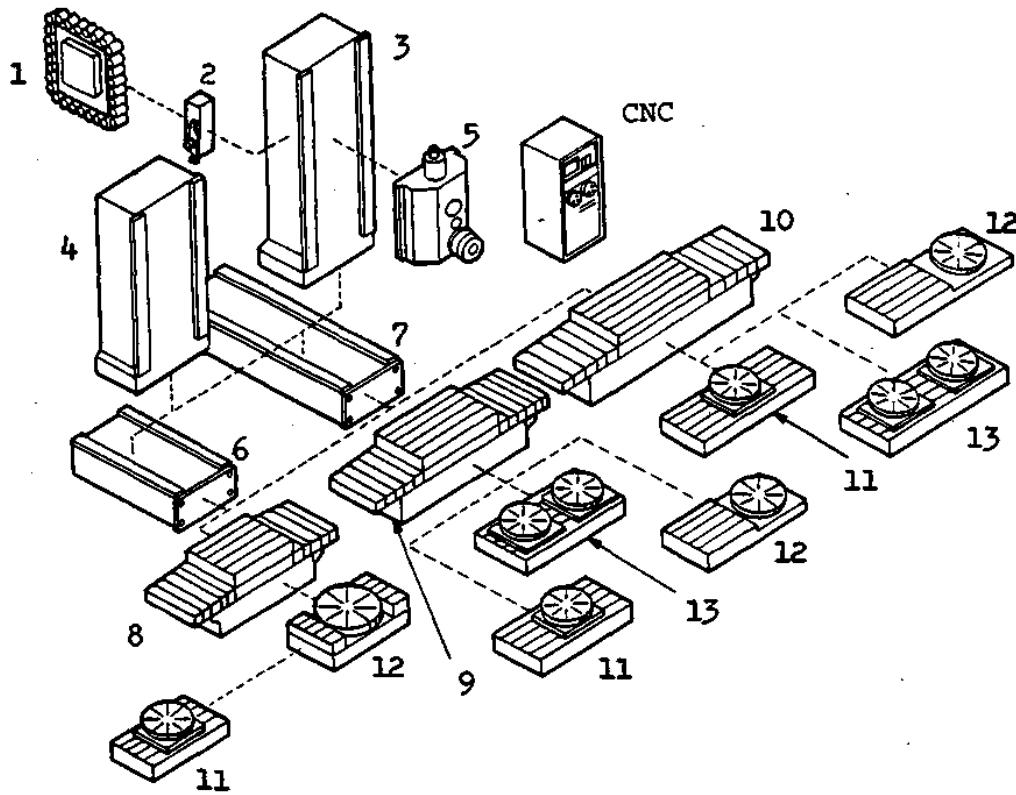
Şekil 3.13'de görülen tezgahta hareket eksenleri o şekilde dağıtılmıştır ki, Y ve Z eksenleri üzerinde takım hareket ederken, X ekseninde iş parçası hareket eder.

Şekil 3.14'da görülen işleme merkezinde ise Y ekseninde takım hareketli, X ve Z eksenleri yönünde ise iş parçasının hareketi vardır. Takım magazini tezgahın yan tarafında düzenlenmiştir. Bu tezgahta gerektiğinde kademeli delme kafaları tek çaplı delme kafaları ile otomatik olarak değiştirilebilir.

Şekil 3.15 de görülen dikey iş mili işleme merkezinde X ve Y eksenleri yönündeki hareketler iş parçası tarafından ve Z ekseninde hareketler ise takım tarafından yapılır [1.8]. Takım tezgahı imalatçıları genellikle çeşitli operasyonlara sahip bir tezgah tipinin birkaç standart versiyonunu sunarlar. Günümüzde işleme merkezleri modüler konstrüksiyonlu olarak imal edilebilmektedir. Modüler konstrüksiyonlu işleme merkezleri, standart birimlerden oluşur ve farklı kombinasyonlarla talaşlı imalat için işleme merkezlerinden istenilen çok çeşitli farklı istekleri karşılar.



Şekil 3.15 Dikey iş milli ve çapraz tablalı işleme merkezi; X ve Y yönünde iş parçası hareketli, Z yönünde takım hareketli



Şekil 3.16. 88 farklı kombinasyon elde edilebilen modüler işleme merkezi (Oincinnati Milacron) 1. 30 takımla, zincirli magazin, 2. Çevresel dönmeli takım değiştirici, 3. 60" (Y) kolon (1500 mm), 4. 40" (Y) kolon (1000 mm), 5. 10 HP d-c iş mili (7,5 kW) , 6. 30" (Z) arka yatak (760 mm), 7. 40" (Z) arka yatak (1000 mm), 8. 40" (X) yatak ve tabla (1000 mm), 9. 60" (X) yatak ve tabla (1500 mm), 10. 100" (X) yatak ve tabla (2500 mm), 11. 20" veya 30" dış döner tabla (500 veya 760 mm), 12. 30" iç döner tabla (760 mm), 13. ikili dış döner tabla (500 veya 760 mm)

Şekil 3.16'da görülen modüler konstrüksiyonlu işleme merkezi 88 farklı kombinasyona cevap verebilmektedir /10/.

3.2.8 İşleme Merkezlerinde Donanımlar

Bir işleme merkezinin yüksek esnekliği olan bir sistem olduğu bilinir. Gerekli donanımlar ile bir yandan kullanım alanı genişletilirken, bir yandan da ana ve yan zamanlar kısaltılır. Böylelikle ekonomiklikte önemli bir ekonomik iyileşme ortaya çıkar.

İşleme merkezlerinin kullanım alanının genişletilebilmesi aşağıdaki donanımlar yardımı ile mümkün olur.

3.2.8.1 İşleme Merkezinde Kullanılan Takımlar ve Takım Bağlama Sistemleri

İşleme merkezlerinde, istenen şekillerin eldesi için çok fazla çeşitli formlarda kesici takımlar kullanılır. Tornalama, frezeleme, matkapla delme gibi işlemlerde kullanılan kesici takımlar, malzemelerin fiziksel ve mekanik özellikleri nedeniyle pahalıdır. Bu yüzden kesici takımların mümkün olduğu kadar küçük olması gerekmektedir.

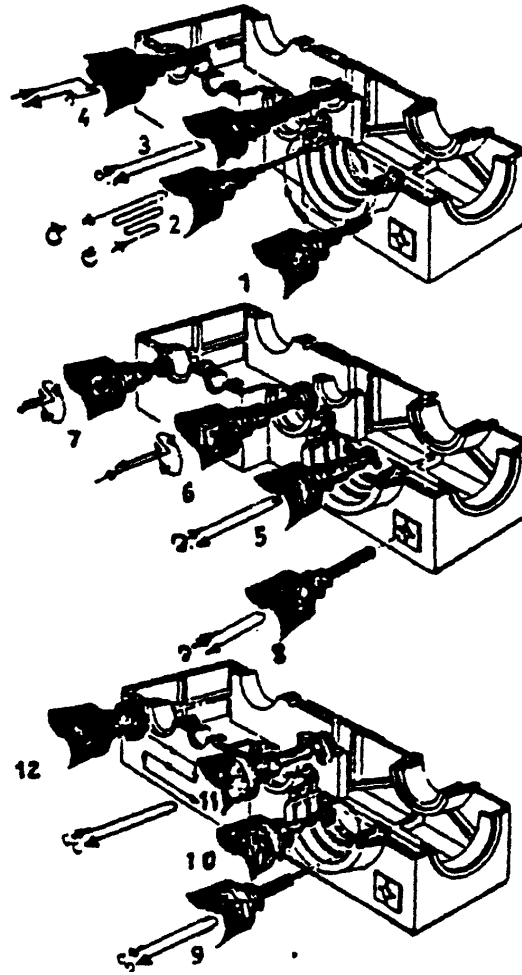
İşleme merkezlerinde kullanılan takımlar yüksek hızlara dayanıklı olmalıdır. Genellikle bir parçanın işlenmesi için birden fazla takım kullanılır. Nümerik kontrolün daha yararlı bir şekilde kullanılması için gereken takımın istenildiği anda işleme hazır olması gerekmektedir. Bunun dışında verimliliğin artması takım değiştirmenin mümkün olduğu kadar kısa zamanda yapılabilmesine bağlıdır /1/.

Yapılan araştırmalar sonucunda normal bir makine zamanı, süresinde harcanan zamanın % 20'si frezeleme, % 10'u delik büyütme ve %70'inde delme işlemlerine harcanmaktadır, işleme merkezlerinde kullanılan kesici takımları şöyle sıralayabiliriz; frezeler, matkaplar, punta matkapları, klavuzlar, rayba takımları ve delik büyütme takımları /6/.

Şekil 3.17'de bir dişli kutusunun işleme merkezinde işlenirken kullanılan kesici takımlar ve işlemleri gösterilmektedir. Bu dişli kutusunu işlemek için çeşitli takımlar kullanılarak şu işlemler yapılır /11.12/:

- 1 Saplı freze ile dış frezeleme,
- 2 Matkapla delme,
- 3 Kater tipi takımla delik işleme ya da delik büyütme,
- 4 Kater tipi bir takımla deliğin arka yüzeyini işleme,
- 5 Kater tipi takımla delik faturalarını işleme,
- 6 Alın freze ile deliğin arka kısmını düzeltme,
- 7 Alın freze ile deliğin ön kısmını düzeltme,
- 8 Matkapla delik delme,
- 9 Kılavuzla vida açma,
- 10 Disk freze ile delik kanallarını açma,
- 11 Ucu desteklenen bir katerle orta deliğin ön yüzeyini düzeltme,
12. Alın freze ile deliğin alın yüzeyini işleme

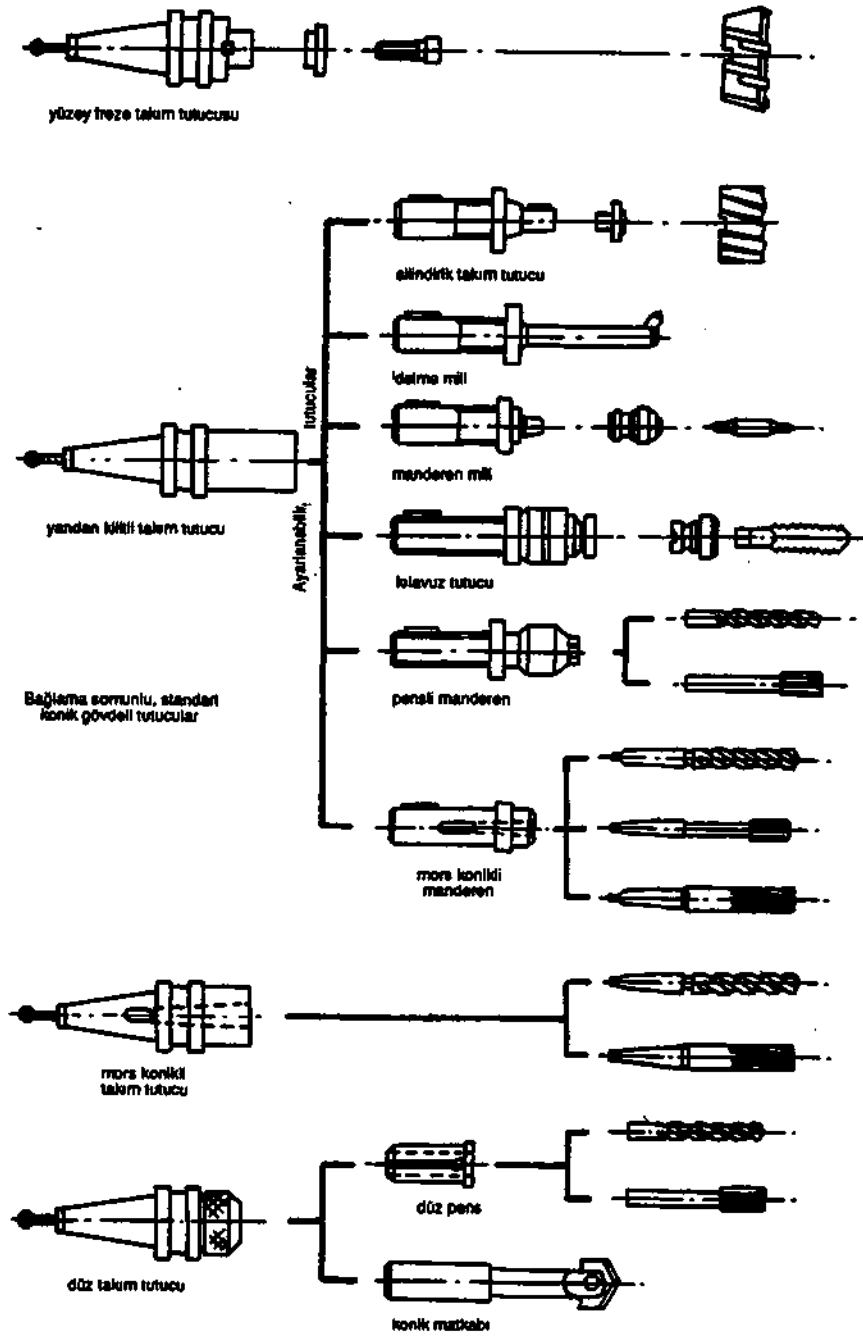
Bir iş parçasının talaşlı işlenmesinde çeşitli kesici takımlar kullanılır. Takım tezgahı, bu takımların işlem esnasında uygun şekilde kullanılmasını sağlamalıdır. Bu amaçla kesici takımlar takım tezgahında çalışacakları konumlara uygun olarak bağlanmalıdır. Kesici takımların tezgaha yerleştirilmesi ve bağlanması şekillerine takım bağlama sistemi adı verilir.



Şekil 3.17. Bir dişli kutusunun işleme merkezinde işlenmesinde kullanılan kesici takımlar ve işlem sıraları.

Şekil 3.18'de bir işleme merkezi için kullanılan takım bağlama sistemi verilmiştir. Bu sistemde standart koniklere sahip olan takım tutucular kullanılmıştır. Bu tarz bağlama sistemi takım maliyetini minimuma indirir /13/.

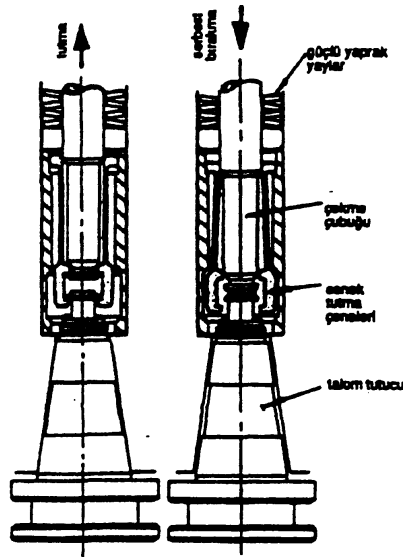
Şekil 3.18'de görülen takım tutucular hidrolik bir donanım ile tezgah iş miline kolayca bağlanabilirler ya da sökülebilirler. Bu hidrolik sistem tamamen otomatik olarak tezgah kontrol sistemi tarafından solenoid valflerin elektrikli kontrolüyle çalıştırılır. Takım tutucunun sağlam şekilde bağlanabilmesi için hidrolik etkinin dışında Şekil 3.19'da görüldüğü gibi güçlü disk yaylarla sağlanan mekanik kuvvetle desteklenir.



Şekil 3.18 Bir işleme merkezi için takım bağlama sistemi

3.2.8.2 Takım Magazinleri Ve Takım Değiştirme Tertibatları

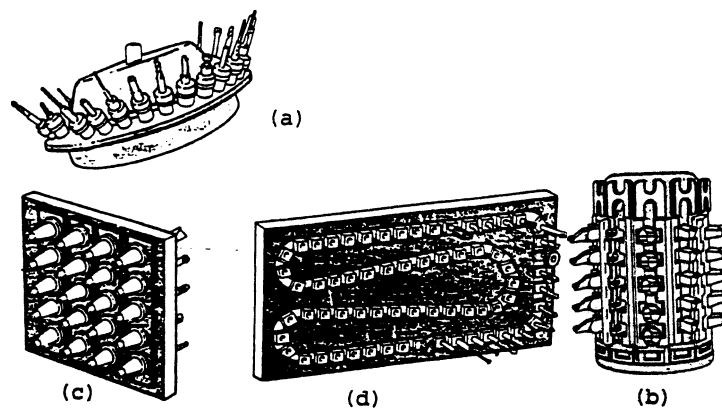
İşleme merkezleri, takım değiştirme zamanını azaltmak ve dolayısıyla üretkenliği arttırmak için, işlenen parçanın işlenebilmesi için gereken takımları depolayabilen magazin adı verilen sistemlerle ve işleme sırası gelen takımı magazinden alıp, iş miline yerleştiren takım değiştirme düzeni (transfer kolu) ile donatılmışlardır.



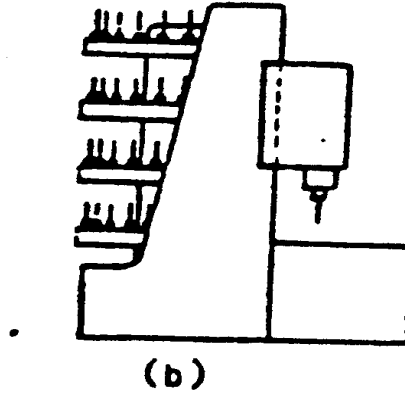
Şekil 3.19 İşleme merkezlerinde kullanılan hidrolik ve mekanik çekme çubuğu montajı

Magazinler tezgah gövdesi üzerinde ya da yanında bulunurlar. Takımların yerleştirme tarzlarına göre magazinler (Şekil 3.20) /14/: disk (a), tambur (b), yumurta kutusu (c), elevatör (d) şeklinde olabilir. Elevatörlü magazinler zincirli (Şekil 3.21 a) ya da katlı (Şekil 3.21 b) şeklinde olabilirler /11/. Şekil 22'de zincirli magazin tipleri gösterilmiştir /8/. İşleme merkezlerinde takımlar elle ya da otomatik olarak tezgahın takım magazinine yerleştirilir. Buradan sırası gelen takım, transfer kolu denilen bir tertibatla, magazinden alınır ve iş miline yerleştirilir. Takım transferi adım taşıyan bu operasyon magazininin şekline ve büyüklüğüne göre çeşitli şekilde gerçekleştirilebilir. Şekil 3.23'te tek kollu çift taraflı takım değiştirme tertibatı /5/ Şekil 3.24'te çift kollu takım değiştirme tertibatı görülmektedir /11,15/.

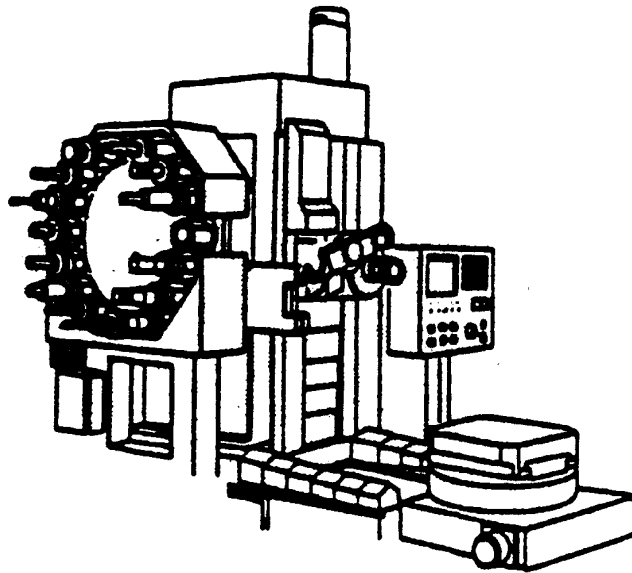
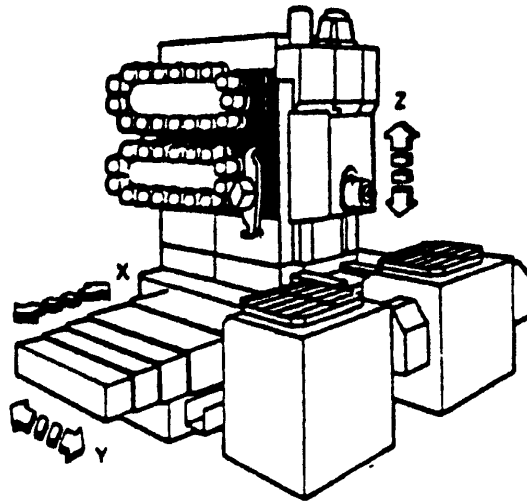
Çok milli delme ve vida açma kafaları alışlagelen takım magazinlerinde bulunabilirler ve takım değiştirme düzenleri yardımı ile iş miline iletilirler. Çok milli ve büyük boyutlu freze tezgahları ile alın ve iç tornalama kafaları için özel magazinlere ve değiştirme düzenlerine gerek vardır. Bunun yanı sıra takım yuvarlarının isteğe göre artırılmasını mümkün kılan çözümlerde mevcuttur.



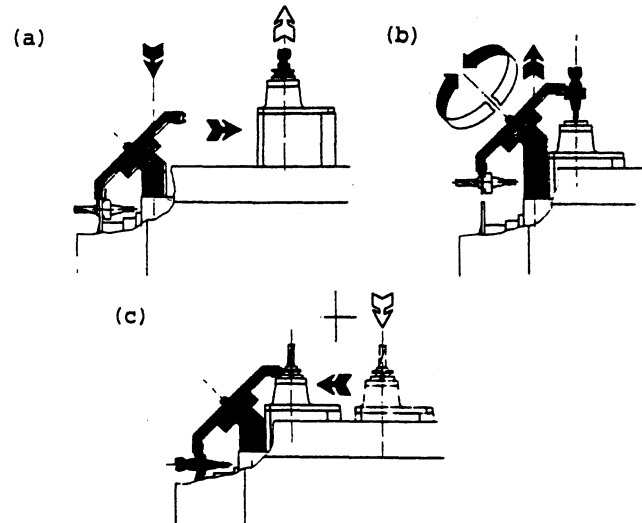
Şekil 3.20 Magazin çeşitleri
a. Disk, b. Tambur, c. Yumurta kutusu, d. Elevatör (zincirli)



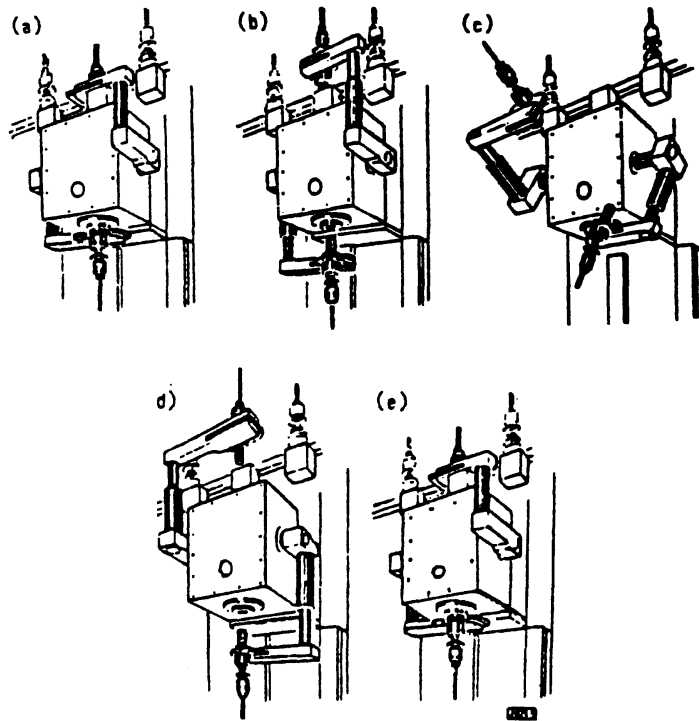
Şekil 3.21 Elevatörlü magazinler a. Zincirli, b. Kablo



Şekil 3.22 Zincirli magazin tipleri



Şekil 3.23 Tek kollu çift taraflı takım değiştirme tertibatı



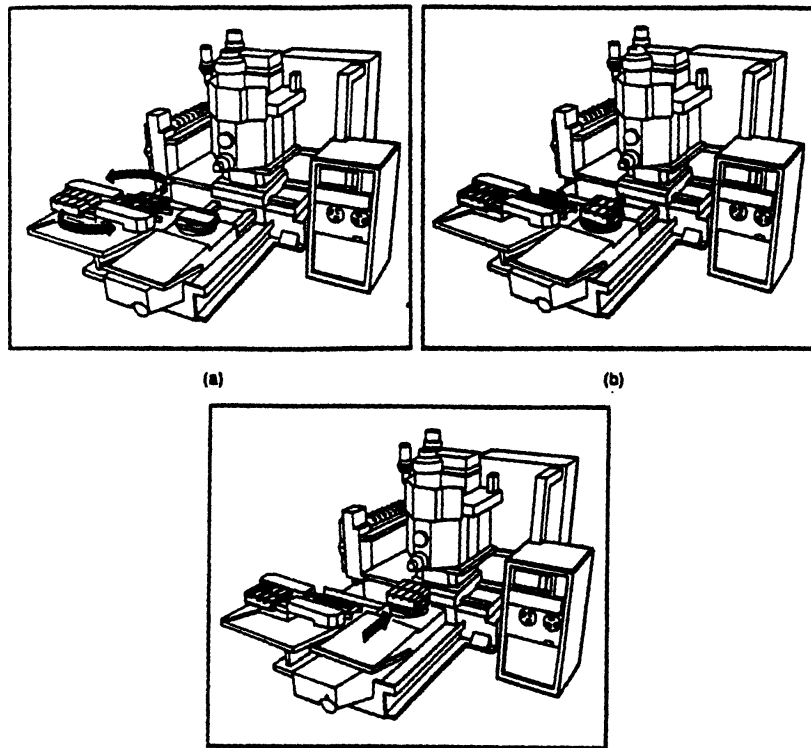
Şekil 3.24 Çift kollu takım değiştirme tertibatı

- Magazindeki ve iş milindeki takımların tutulması,
- Magazin ve iş milindeki takımların çıkartılması,
- Her iki tutucunun 180° dönmeleri ve aynı zamanda yaklaşık 80 mm. aksenal hareketleri,
- Kullanılan takımın magazine, yeni takımın da iş miline yerleştirilmeleri,
- Magazin ve iş milindeki takımların serbest bırakılmaları

3.2.8.3 İş Parçası Bağlama Tablası Ve Paletli Parça Yükleme Sistemleri

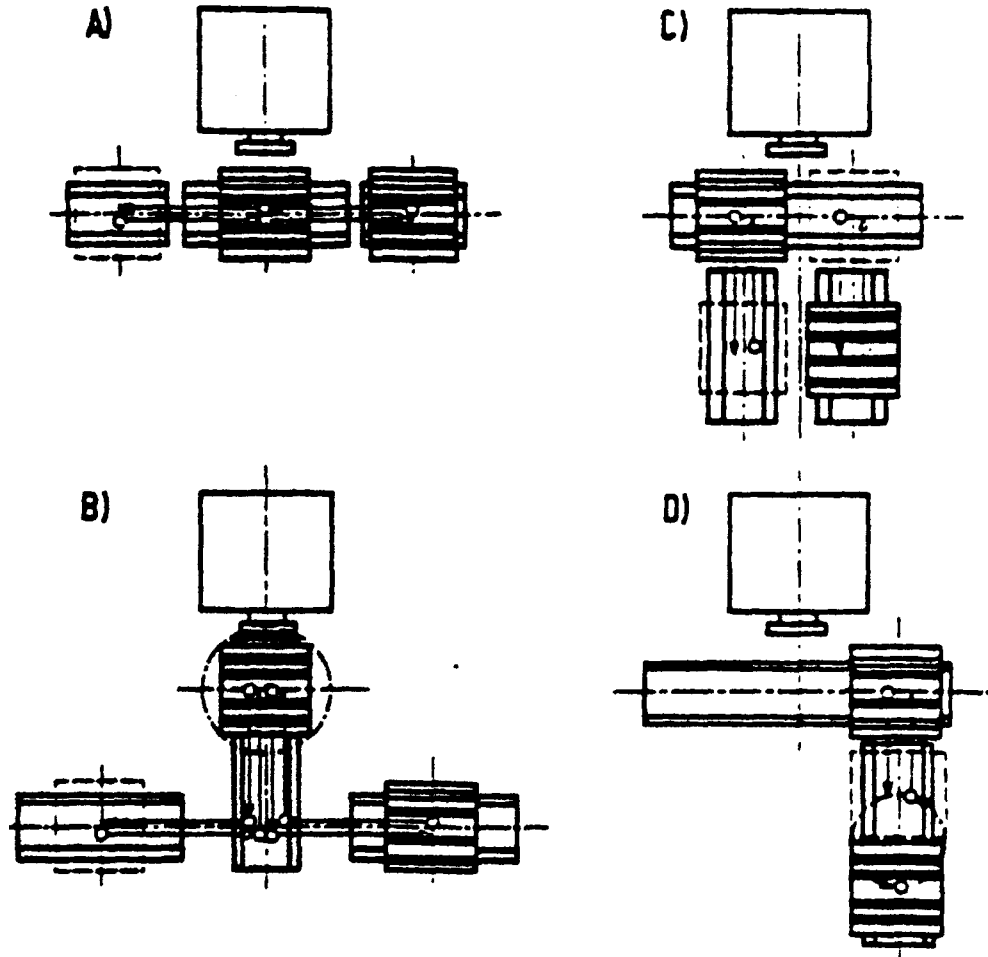
İşleme merkezlerinde iş parçaları ekseriyetle açılı taksimatlı ve ayrıca ek bir Nümerik Kontrol ekseni ile donatılmış dairesel tablolara bağlanırlar. Açılı taksimatlı bu tablolarda taksimatlar arası 0,001 grad değeri verilmiş olduğundan ilerleme hareketinin ayarı tam bir süreklilik içinde yapılabilir. Bu işlem için ek bir NC ekseniye ihtiyaç duyulduğu gibi tamlığın elde edilebilmesi içinde bir doğrudan ölçme sistemi öngörülür.

İşleme merkezleri yüksek yatırım maliyetleri gerektirdiğinden, ekonomiklik için yan zamanların işlem içindeki payı en düşük bir değere getirilmelidir, iş parçası değiştirme düzenine kullanılmasıyla iş parçaları otomatik olarak işleme yerine getirilir. Bu değiştirme sistemlerine palet adı verilir /16/. Şekil 3.25'te değiştirilebilen paletli parça yükleme sistemi gösterilmektedir /17/.



Şekil 3.25 Değiştirilebilen paletli parça yükleme sistemi

Değiştirilebilen parça yükleme sistemleri için değişik varyasyonlar Şekil 3.26' te topluca verilmiştir. Bunlardan hangisinin uygun bir çözüm olacağı tezgah formuna bağlı olarak saptanır. Burada önemli kriterler olarak iş parçası değiştirme süresi öncelikle göz önüne alınır. Değiştirme zamanı açısından Şekil 3.26 B »deki durum en iyi çözümdür. Şekil 3.26 C »deki, yalnızca enine yönde taşımaya uygun olan düzen bir taraf a bırakılırsa, bütün sistemlerde paletler üç yönden de yaklaşabilir. Esnek İmalat Sisteminde Şekil 3.33 D'de görülen bir döner tabla eklenmiş bir düzen en uygun bir çözüm olarak düşünülmelidir. Çünkü burada paletlerin aynı yönden yaklaşıp uzaklaşmaları mümkün olmaktadır /1/



Şekil 3.26 İş parçası değiştirme düzenleri (palet sistemleri)

- A) Tezgahın boyuna eksen yönünde,
- B) Tezgahın boyuna eksen yönünde ve ayrıca enine yönde kaldırma hareketi,
- C) Tezgahın boyuna eksenine çapraz yönde,
- D) Tezgahın boyuna eksenine çapraz yönde ve ayrıca döner tablalı

KAYNAKÇA:

1. Spur, G., Stöferle, T.; Handbuch der Fertigungstechnik, Cari Kanser Verlag, München Wien, 1979.
2. Maleki, R.A.; Flexible Manufacturing Systems :The Technology and Management, Prentice Hall, New Jersey, 1991.
3. Ranky, P.; The Design and Operation of FMS :Flexible Manufacturing Systems, IFS Publications Ltd, Bedford, ÜK., 1983.
4. Metals Handbook, 9 th Ed., Volume 16, Machining, ASM International, U.S.A., 1989.
5. Williams, D.J.; Manufacturing Systems, Halsted press John Wiley and Sons, New York, 1988.

- 6.Krar, S., Gill, A.; CNC Technology and Programming, McGraw Hili Publishing Company. New York, 1990.
- 7.Thyer, G.E.; Computer Numerical Control of Machine Tools, 2nd Ed., Butler and Tanner Ltd., England, 1991.
- 8.De Garroo, E.P., Bllack, J.T., Kohser, R.A.; Materials and Processing in Manufacturing, Macmillian Pubi i shing Company, New York ,1988.,
- 9.Tool and Manufacturing Engineers Handbook, 3rd Ed., McGraw-Hill Book Company, New York, 1976.
- 10.Tool and Manufacturing Engineers Handbook, Volume 2,"4th Ed., Machining. Society of Manufacturing Engineering, Michigan, 1983.
- 11.A3dcurt, M.; Takım Tezgahları, Birsen Yayınevi, İstanbul, 1985.
- 12.Akkurt, M.; Nümerik Kontrollü. Tezgahlar ve Sistemler , Asilteknik Yayın No: 1. İstanbul, 1986.
- 13.Gibbs, D.; CNC ile işletmeye Giriş, Çev: Deniz, G., Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları No: 2732, Eskişehir, 1994.
- 14.Jones, B.L.; introduction to Computer Numerical Control, Pitman Publishing, London, 1986.
- 15.Bruins, D.H., Drager, J.W.; Herkzeuge und Werkzeug
Masschinen fur die spanende Metallbearbeitung = Talaşlı Metal işlemede Takımlar ve Takım
Tezgahları / Çev: Dinçmen, M., Karadeniz Üniversitesi. Mühendislik - Mimarlık Fakültesi,
Fak. Yayın No:23, Trabzon. 1984.
- 16.Singh, N.; Computer intergrated Design and Manufacturing, John Wiley and Sons, Inc., New York, 1996.
- 17.Krar, S.F., Oswald, J.W.; Technology of Machine Tools, 4th Ed.. McGraw-Hill Publishing Company, New York, 1991.
- 18.Arslan, H.; CNC Tezgahları

4. GRUP TEKNOLOJİSİ VE HÜCRESEL ÜRETİM

4.1 Grup Teknolojisi ve Hücresel Üretim Kavramları

Grup teknolojisi oldukça geniş bir kavramdır. Üretim ve endüstri mühendisliği alanlarında pek çok problemin benzer özellikler taşıdığı ve dolayısıyla beraberce çözüldüklerinde büyük bir verimlilik artışının ve ekonomikliğin elde edilebileceği prensibine dayanır. Üretimden satınalmaya, pazarlamadan üretim yönetimi ve planlamanın her aşamasında uygulanabilme esnekliğine sahiptir.

Grup teknolojisi kavramı ilk önce 1950'li yıllarda Rus mühendis Mitrafanov tarafından ortaya atıldı (Kalpakjian,1989). Oradan Batı ve Doğu Avrupa'ya, Japonya'ya ve ABD'ye yayıldı. 1960'lı yılların sonlarında ve 1970'lerde üretim hücrelerinin uygulamaları belirgin bir şekilde ilgi odağı olmuş ve bu konuda yoğun akademik çalışmalar başlamıştır. Günümüzde ise grup teknolojisi özellikle gelişmiş ülkelerde yaygın bir uygulama alanı bulmuştur.

Günümüzde şirketler birim zamanda üretim alanında aylak parça miktarını azaltmayı ve şartların gerektirdiği başdöndürücü değişim hızına ayak uydurabilmeyi istemekte ve kuruluşlarında hücresel üretime geçiş yapmaktadır. Tipik olarak bu yolu tercih eden şirketlerin oldukça fazla çeşitlilikte, karmaşık ama benzer parçalar üreten firmalar arasından olduğu gözlenmektedir.

Artan ürün çeşitliliği ve bunlara olan talep ve azalan pazara arz süresi ve ürün ömrü genel amaçlı tezgahlarda çok sayıda mamulün küçük partiler halinde üretilmesini mümkün kılan atölye tipi üretimin ön plana çıkmasına neden olmuştur. Bunun bir sonucu olarak atölye tipi üretimde tezgahların ihtiyaçları karşılayacak şekilde yerleştirilmesi sorunu karşımıza çıkmaktadır.

Bütün halinde ele alınması oldukça zor olan bu problem, sistemin benzer özellikler gösteren parçalarının ayrı ayrı tanımlanarak incelenmesi yöntemiyle çözülebilir. Bu noktada hücresel üretim modeli ortaya atılmıştır. Burada esas büyük sistemden bağımsız olacak şekilde oluşturulan küçük sistemlerin etkin ve kontrol edilebilir olma özelliğini büyük sisteme yansıtmaktır (Altuntemir,1993).

4.1.1 Grup Teknolojisinin Tanımı ve Teorisi

Literatürde yapılan araştırmalar bu konuda çalışma yapan yazar ve araştırmacıların grup teknolojisi kavramını kendi tecrübe ve gözlemlerine dayanarak tanımladığını göstermiştir. Dolayısıyla oldukça farklı tanımlarla karşılaşmak mümkündür. Bunlardan bazıları aşağıda sunulmuştur.

Önceleri grup teknolojisi bir işletmenin tüm aktivitelerinin seri üretimin faydalarının çok çeşitli tiplerde ve miktarlarda üretim için de kullanılabilmesi için mantıksal olarak düzenlenip sıraya sokulması olarak tanımlanıyordu (Ranson, 1972).

Teknolojinin gelişimi anlayışların ve tanımların da değişmesine neden olmuştur. Böylelikle grup teknolojisi yaklaşımı, parçaların geometrilerine, fonksiyonlarına ve işleme verilerine göre sınıflandırılıp üretim fonksiyonların bu sınıflandırmaya göre düzenlenmesini ifade eden bir kavram olarak tanımlanmıştır. Diğer bir ifadeyle grup

teknolojisi ürünler ve aktivitelerdeki benzerlikleri belirgin hale getirip üretim ve mühendislik yönetimine farklılıkları yönetme konusunda yardımcı olan bir araçtır. (Schey, 1987) Bu benzerlikler üretim sürecinin etkinlik ve veriminin artırılmasında belirleyici faktörlerdir.

Bütün bu tanımlar incelendiği zaman grup teknolojisi kavramının tek bir teori altında toplanması mümkün olduğu görülmüştür. Bu, “karar alınması gereken farklı durumlar için daha önceden seçilmiş ve genel kabul gören kriterler kullanılarak oluşturulan grup için alınan bir kararın tüm grup için de geçerli olması” olarak ifade edilmektedir (Charles, 1989). Benimsenen bu teorinin başlıca önemli noktaları şunlardır:

- i. Karşılaşılan durumlar yada problemler daha önceden seçilmiş kriterlere göre gruplanacaktır. Fakat bu gruba ait kararlar daha önceden tahmini yada sezgisel olarak alınmamış olmalıdır. Bunun yerine toplanmış ve toplanan veriler analiz edilerek karar alınmalıdır.
- ii. Karar verme mekanizması veri analizine dayandığına göre bir karar destek veri tabanının oluşturulması esastır.
- iii. Hiçbir kararın %100 çözüm olmadığı kabul edilmeli, karar alma prosedürü bir alternatif kümesi içinden en iyinin seçilmesi şeklinde olmalıdır.

Yine grup teknolojisi hakkında literatür tarandığı zaman görüleceği gibi çalışmaların bir çoğu sınıflandırma ve kodlama ekseninde etrafında yapılmaktadır (Charles, 1989). Hatta bazı çalışmalarda sınıflandırma ve kodlama grup teknolojisi olarak tanımlanmaktadır. Fakat gerçekte sınıflandırma ve kodlama karar almak için gerekli olan veri tabanının oluşturulmasında kullanılan birer metottan başka birşey değildir. Grup teknolojinin faydalarından tamamıyla yararlanabilmek için veri tabanının uygulamalar ile desteklenmesi ve sürekli güncellenmesi gerekmektedir (Charles, 1989).

4.1.2 Grup Teknolojisinin Rolü

Üretim fonksiyonları içinde pek çok yerde değişik uygulamalarda (tasarım, üretim, planlama vb.) grup teknolojisi kullanılabilir. Grup teknolojinin tasarımdaki uygulamasıyla tekrar eden işler ortadan kaldırılmış olur. Yapılan gözlemler harcanan zaman bazında tasarım faaliyetlerinin %40'ının aynı işin tekrar edilmesinden, %40'ının varolan tasarımda ufak değişiklikler yapılmasından ve %20'sinin de tasarım işinin kendisinden oluştuğunu göstermektedir (Schey, 1987).

Üretimde ise belli bir parça grubunun NC tezgahta işlenmesi için CAD/CAM sistemleri kullanılarak optimize edilmiş şekilde hazırlanan NC programlar saklanarak ileride aynı aileye ait benzer parçaların işlenmesi şeklinde olabilir. Üretimde kullanılan takımların gruplanması da programlamaya yardımcı olması açısından bir grup teknolojisi uygulamasıdır. Temel olarak aynı ailedeki parçalar benzer geometrik özellikler gösterdiğinden yaklaşık aynı proses sırasını takip etmeleri beklenir.

Üretim planlama açısından ise işleme süresinin kestirilmesi hız ve hassasiyet kazanır. İş parçasının üretim alanındaki hareketleri daha rasyonel hale gelir. Ayrıca proses tasarımı daha yalın hale getirilmiş olur. Bütün bunlar sonuç olarak maliyet ile ilgili çalışmalarda ciddi bir kısalma ve kesinliğe yol açar.

Grup teknolojisine artarak yönelen ilginin arkasında Tam Zamanında (JIT) Üretim felsefesinin kazandığı popülarite yatmaktadır. Temel olarak grup teknolojisi, benzerliklerden kaynaklanan gereksiz çeşitliliğin ortadan kaldırılmasını hedefleyen bir felsefedir. Bu yolla, grup teknolojisi başarılı bir Tam Zamanında (JIT) Üretim uygulaması için önşart olan düzensizliğin yok edilmesi, iş akışlarının basitleştirilmesi ve proseslerin standartizasyonu gibi fonksiyonları yerine getirir. Grup teknolojisinin en başta gelen uygulaması olan hücreli üretim, üretim sürecinin organizasyonunda Tam Zamanında (JIT)Üretim’i destekleyen anahtar bir yaklaşımdır.

Bu kavramı üretime uygularken her bir parça tasarım özellikleri, uygulanan üretim operasyonları ve bunların sıralamasındaki benzerlikler gibi kriterlere göre incelenir. Bu sayede parça aileleri oluşturulabilir ve ekonomiklik sağlanabilir.

4.1.3 Grup Teknolojisinin Başlıca Kavramları

Tüm grup teknolojisi uygulamaları için başlıca 4 önemli kavram vardır: sınıflandırma, ailelerin oluşturulması, basitleştirme, standardizasyon.

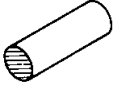
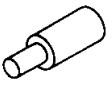
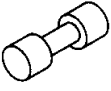
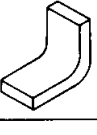
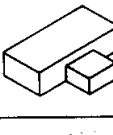
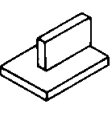
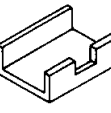
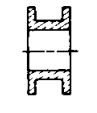
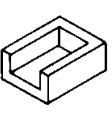
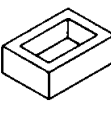
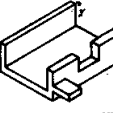
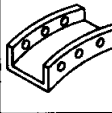
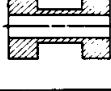
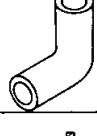
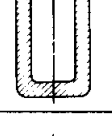
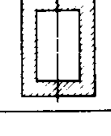
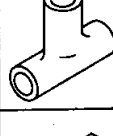
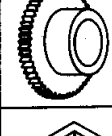
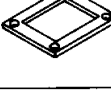
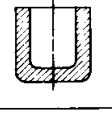
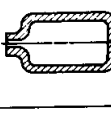
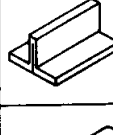
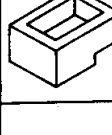
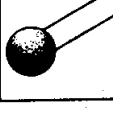
4.1.3.1 Sınıflandırma

Bu teknik, belirli verilerin benzerlikler ve temel farklılıklar baz alınarak düzenlenerek organize edilmesini içerir. Endüstriyel uygulamalarda sınıflandırma alışlagelen bir yaklaşımdır. Örneğin malzeme stokları hammaddeler, işlenmekte olan parçalar (yarı mamül), aramamüller, parçalar ve mamüller şeklinde sınıflandırılır. Parçalar prizmatik ve silindirik olanlar şeklinde ikiye ayrıldıktan sonra prizmatik olanlar kendi içinde çelik ve plastikten yapılanlar şeklinde ayrılabilir. Şekil 5.1’de parçaların geometrilerine ve tasarım özelliklerine göre sınıflandırılmasına bir örnek verilmiştir (Schey, 1987).

Sınıflandırma parça ailelerin belirlenmesi ve standardizasyonu için gerekli temeli oluşturması açısından grup teknolojisinin uygulamaya alınma sürecinde en önemli adımdır. Veriler sınıflandırılmadan önce benzerliklerin belirlenmesinde kullanılacak kriterler seçilmelidir. Seçilecek kriter uygulama yapılacak alana göre farklılık gösterebilir. Örneğin geometrik benzerlik, tasarımcı açısından bir kriter olmasına rağmen her zaman proses benzerliliğini anlamına gelmeyebilir. Yada üretim mühendisi açısından bir kriter olan proses benzerliği her zaman tasarım benzerliği ile birebir örtüşmeyebilir. Bu yüzden sınıflandırma sürecinde karakteristik özelliklerin seçimi için bir veri havuzunun oluşturulması ve bunun ilgili tüm bölümler tarafından kullanılarak kriterlerin belirlenmesi tercih edilecek bir yöntemdir.

4.1.3.2 Ailelerin Oluşturulması

Aile, belirli bir amaç açısından ortak karakteristik özellikleri taşıyan parça yada nesnelerin bir araya getirilmesinden meydana gelir. Aileye üye parça yada nesneler arasındaki farklılık aile dışındakilere göre daha az olacaktır. Örneğin malzeme akışını basitleştirmek üzere oluşturulacak bir rotalama ailesi aynı yada benzer rotaları izleyen parçalardan meydana gelmelidir. Benzeri bir yaklaşım bir makina hazırlığı ailesi için de uygulanabilir. Böylelikle benzer hazırlık aktiviteleri ve araçları (bağlama düzenekleri, takımlar vb.) gerektiren parçalar bir aileye toplanarak hazırlık süreci kısaltılabilir, hatta yok edilebilir.

KISALTMALAR	ARTAN KARMAŞIKLIK →							
	0 Sabit Kesitler	1 Uçta Değişenler	2 Merkezde Değişenler	3 Dairesel Bükülmüşler	4 Bir Uçtan Kapalılar	5 Her İki Uçtan Kapalılar	6 Kademelliler	7 Karmaşıklar
Y(uvarlaklar)								
L(amalar)								
P(rofiller)								
B(orular)								
S(aclar)								
K(üreler)								

Şekil 4.1 Hammadde ve parçaların geometrik özelliklerine göre sınıflandırılması

Sınıflandırma ve ailelerin oluşturulması birbiriyle oldukça ilişkisi olan, hatta tamamen aynı olarak değerlendirilebilecek aktivitelerdir. Gerçekte sınıflandırma bir parçaya ait karakteristik özelliklerin çeşitli fonksiyonel alanlarla (tasarım, üretim, satın alma vb.) olan ilişkilerine göre ayrılıp, ayıklanmasını ifade eder. Diğer yandan ailelerin oluşturulması ise çoklu özelliklerin göz önüne alınarak oluşturulan popülasyon içinden belirli bir amaca uygun olanların seçilmesini tanımlar. Örneğin bir makina hazırlık ailesi oluşturmak için gerekecek verileri parça ölçüleri, malzeme, parçaların şekli, hacmi, özel toleranslar vb. içerebilir. Ama aynı zamanda parçalar özel olarak bu özellikler için sınıflandırılmamış olabilirler.

Grup teknolojisinde ilk adımı parçaların ailelere ayrılmasıdır. Başlıca yaklaşımlar şunlardır (Charles, 1989):

4.1.3.2.1 Deneyim tabanlı yaklaşım

Bu yaklaşım sadece çok basit parçaların ele alındığı durumlarda uygun sonuçlar verebilir. Parçalar şekil ve geometrik özelliklerine göre görsel olarak ailelere ayrılırlar. Daha sonra bilinen üretim deneyimleri kullanılarak her bir aileye ait üretim sırası kestirilir. Belirlenen sıranın ve ailelerin optimum çözümler olması beklenemez.

4.1.3.2.2 Üretim akış analizi

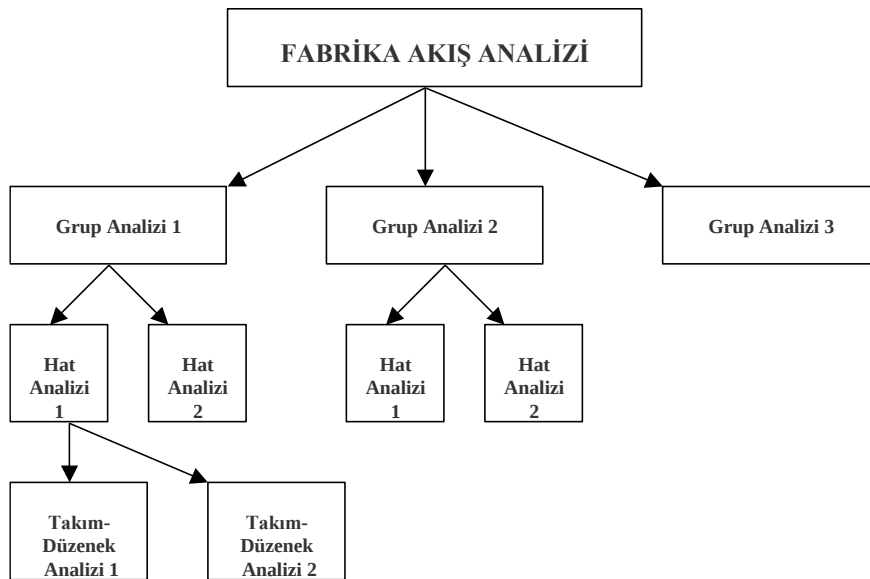
İşletmede süregelmekte olan üretime ait operasyon sıraları ve süreleri ile ilgili bilgiler parça dolaşım kartları ve operasyon akış çizelgelerinde belirtilmiştir. Aynı aileye ait

parçaların aynı yada benzer işlemler göreceği varsayılırsa eldeki verileri kullanan iyi bir mühendislik tecrübesi, ailelerin nasıl oluşturulacağına ve yeni bir parçanın hangi aileye dahil olacağına karar verebilir. Bu yaklaşımda aile dışında kalan bazı parçalar için daha kritik bir inceleme yapılarak işlem sıraları yakın bir aileye benzetilmeye çalışılır. Üretim sisteminin esnekliği izin verdiği sürece aynı işlemleri farklı sıralarda yapılan parçalar aynı aileye konulabilir.

Üretim Akışı Analizi temel olarak parçaların tasarım ve şekillerini gözönüne almadan üretimin geliştirilmesini hedefler. Ayrıca proses ve ekipmanlar hakkında yeterince bilgi sağlamamakla birlikte fabrikada uygulanan teknoloji ile arasında sıkı bir bağ vardır. Üretim Akışı Analizi, 4 hiyerarşik alt başlığa ayrılır (Charles, 1989):

- i. **Fabrika Akış Analizi:** Fabrika Akışı Analizi bütün parçaların oluşturulacak ana makina gruplarında ait oldukları aileye göre işlenebilmesi amacıyla fabrikadaki farklı üretim prosesleri arasındaki malzeme akışını inceler. Burada amaç parçaların ara operasyonlar için makina gruplarını terk etmemesini sağlamaktır.
- ii. **Grup Analizi:** Grup Analizi ana parça ailelerinin ve ana makina gruplarının herbir ailenin tek bir hücrede işlenebilecek şekilde alt bileşenlere ayrılmasını inceler.
- iii. **Hat Analizi:** Ailedeki parçaların iş akışlarının analizine dayanarak gruptaki ekipmanların en uygun şekilde düzenlenmesini inceler.
- iv. **Takım-Düzenek Analizi:** İşlenecek parçalar için kullanılacak takım ve düzenekler gruplanarak her tezgahta kullanılacak takım ve düzeneklerin optimum yükleme sırasının belirlenmesini inceler.

Şekil 5.2 Üretim Akış Analizinin hiyerarşik yapısını göstermektedir. Bu hiyerarşik yapı sırasıyla Fabrika Akış Analizi, Grup Analizi, Hat Analizi ve Takım ve Düzenek Analizinden oluşmaktadır.



Şekil 4.2 Üretim Akış Analizinin hiyerarşik yapısı

4.1.3.2.3 Sınıflandırma ve kodlama

Diğerlerine göre oldukça formal bir yaklaşımdır. Aslında evrensel olarak kabul edilmiş bir yaklaşım bulunmamakla beraber muhtemelen hiçbir zaman da olmayacaktır. Bazı sistemler tasarım için daha uygun iken, bazıları özel proseslerle (döküm, dövme, talaşlı üretim vb.) yapılan parçalar için oluşturulmuştur. Hemen hepsinde sınıflandırmaya temel iş parçası geometrisinden başlanılmaktadır.

Kodlama yönteminde parçaların kompozisyonu, yüzey kalitesi gibi geometrik özelliklerine karşılık gelen rakam kodun ilgili hanesine yazılarak kaydedilir. Eklenen haneler sayesinde proses parametreleri ve proses sıraları gibi bilgiler de koda girebilir. Bu yöntemde kod atama işi, Bilgisayar Destekli Tasarım(CAD) sistemleri tarafından gerçekleştirilmektedir. Buna ek olarak kurulan tasarım veri tabanında kodu geri çağırma mekanizması sayesinde gereksiz yeni parçaların oluşturulması engellenir.

Sınıflandırma güçlü bir araç olmakla beraber oldukça fazla zaman alan ve problemleri tümüyle ortadan kaldıramayan bir yaklaşımdır. Gerçi karşılaşılmaması muhtemel sorunlar tasarım aşamasında parçaların önceden belirlenmiş bir aileye girecek şekilde tasarlanmasıyla ve eldekilerinin yeniden bu açıdan gözden geçirilmesiyle bir ölçüde azaltılmaktadır. Bu mantık yeni bir tesisin kurulması yada mevcut tesisin yerleşiminin yeniden gözden geçirilmesi durumunda da geçerlidir.

Kodlama belli kod alanlarına sembol atanması işlemidir. Bu semboller parçaya yada niteliğe ait bilgilerin sayısal, rakamsal yada her ikisinin karışımı şeklinde ifade edilmesini sağlar. Kodlamanın grup teknolojisindeki rolü mevcut parça çeşitliğinin azaltılmasına yardımcı olmasıdır. Şekil 4.3'te bir kodlama uygulaması örneği görülmektedir (Charles, 1989).

Proses planlamanın belirli bir parça yada ürünü üretmek için gereken rotaların ve işleme sıralarının belirlenmesi süreci olduğu düşünülürse grup teknolojisi prensipleri uygulandığı zaman planların oluşturulması için harcanacak zaman ve emek miktarında gözle görülür bir düşmenin olacağı söylenebilir. Kodlama, Bilgisayar Destekli Proses Planlama (CAPP) uygulaması için bir köşe taşı niteliğindedir. Bu sistem sayesinde eldeki veri ambarı kullanılarak bilgisayar mantığı ve geri çağırma yetenekleri devreye sokularak planlamanın etkinliği ve hassasiyeti arttırılır.

Kodlama sayesinde hammadde ihtiyaçlarının hassas şekilde biliniyor olması satın alma ekonomikliğinde ciddi artışlara sebep olur. Kodlama tarafından malzeme hakkında gerekli bilgilerin veriliyor olması bir parça grubundaki benzer parçaları göz önüne alınarak toplam ihtiyacın hızlı ve doğru şekilde belirlenmesini sağlar.

Yine kodlamaya işletmelerde oldukça zaman alan ve çoğu zaman yeterince doğru sonuçlar alınamayan fiyat ve maliyetlerin belirlenmesinde de değerli bir araç olarak başvurulabilir. Örneğin yeni bir parçaya ait tahmini fiyat parçanın ait olduğu aileye ait bilgilerden kolaylıkla belirlenebilir.

1							
AYIRIÇ	İKİNCİ	ÜÇÜNCÜ	DÖRDÜNCÜ	BEŞİNCİ	ALTINCI	YEDİNCİ	SEKİZİNCİ
	DIŞ ÇAP YADA BÖLÜM	MERKEZİ DELİK	MERKEZDEN KAÇIK DELİK	KANALVE DİŞLER	ÇEŞİTLİ	MAKS. DİŞ ÇAP YADA KALINLIK	MAKS. UZUNLUK
0	FARKLI	FARKLI	FARKLI YADA HİÇ YOK	FARKLI YADA HİÇ YOK	FARKLI YADA HİÇ YOK	> ≤	> ≤
1	SİLİNDİR tek başına	YOK	BOYDAN BOYA	KANALI	EŞ EKSENİLİ	HIÇ YOK	HIÇ YOK
2	SİLİNDİR çoklu konkav	İÇ DELİK boydan boya	RADYAL	DİŞ KANAL	ÇIKINTILI	10 2 16	25 2 40
3	SİLİNDİR çoklu konveks	İÇ DELİK kör	1 & 2		1 & 2	16 3 27	40
4	SİLİNDİR çoklu konik	SİLİNDİR boydan boya dış açılmış	RADYAL	YARIK	KANAL	27	
5	SİLİNDİR çoklu değişken	SİLİNDİR kör dış	1 & 4	1 & 4			110 5 180
6	KONİ	SİLİNDİR değişken iç çap					
7	KONİ çoklu konkav	SİLİNDİR değişken iç çap kör				30 7 50	
8	ÇİFT YÖNLÜ KONVEKS	SİLİNDİR değişken iç çap boy. boya	VIDA ÇAPLI	VIDALILAR	DÜZ KESİT		
9	KÜRESEL						
A							

Şekil 4.3 Malzemelerin geometrik ve ölçüsel özelliklerine göre kodlama

4.1.3.3 Basitleştirme

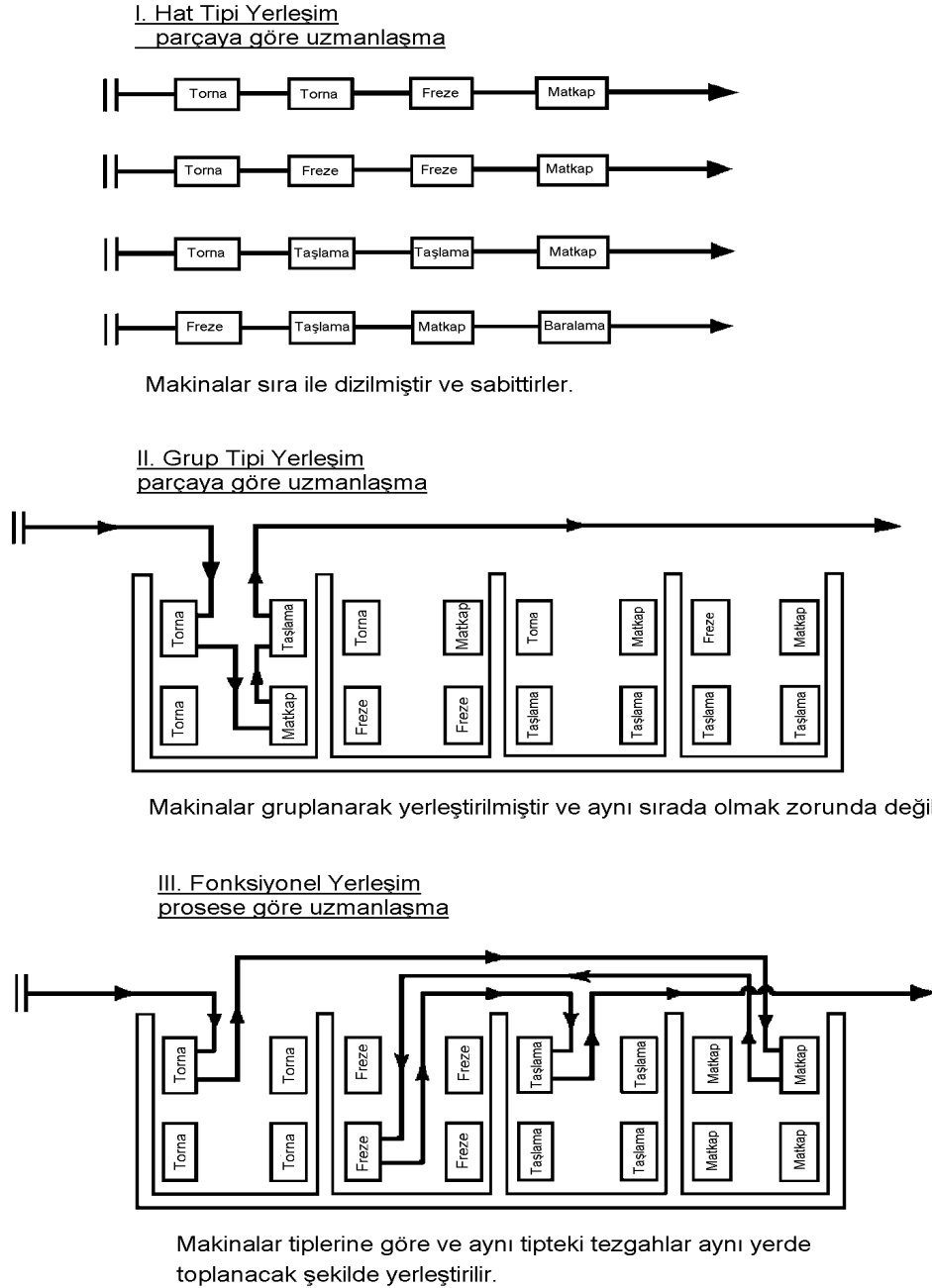
Basitleştirme bilgiler ve verilerin üzerindeki kontrolün artırılması amacıyla gereksiz çeşitliliğin azaltılmasını ifade eder. Üretimde kullanılan verilerin miktarını azaltılması karışıklıkları azalmasına, tutarsızlık ve hataların daha seyrek oluşmasına ve aktivitelerin gereksiz yere tekrar edilmemesini sağlar. Diğer bir ifadeyle genel bir verimlilik ve hız artışına sebep olur.

4.1.3.4 Standardizasyon

Standardizasyon üretim prosedürleri, parça özellikleri, terminoloji, talimatlar gibi araç yada nitelikler arasından en iyi yada tercih edilen niteliklerin seçilmesini ifade eder. Basitleştirmenin amacı çeşitliliği standart hale getirilmiş opsiyonlar haline indirgeyerek kontrolü arttırmaktır. Standardizasyonun amacı ise bu niteliklerin standardize edilmiş aralığın dışında kullanılmasına meydan vermemektir.

4.1.4 Üretim Kaynaklarının Yerleşimi

Tesis yerleşiminin ana amacı ve faaliyet konusu üretim yapan bir işletmede ekipmanların (iş merkezi, tezgah vb.) nasıl yerleştirileceğinin belirlenmesidir. Genel olarak üç tip yerleşim yöntemi kullanılmaktadır. Şekil 4.4'te bu yerleşim tipleri gösterilmiştir (Burbinge, 1975).



Şekil 4.4 Tesis içinde ekipmanların yerleşim tipleri

i. Fonksiyonel Yerleştirme:

Bu yerleşim tipinde her bir proses tipi için kullanılan makinalar gruplanarak aynı atölye yada üretim bölümüne yerleştirilir. Parti tipi üretim

yapan işletmelerde yoğun olarak kullanılan bu yerleşimde torna, freze, taşlama vb. tezgahlar bir bölümde toplanır. Bu yerleşimin en belirgin özelliği belirli bir proseste uzmanlaşmadır.

ii. Grup Yerleştirme:

Bu yerleşim tipinde üretim fonksiyonları (tezgahlar ve iş görenler vb.) benzer parçalardan oluşan parça ailelerini işleyecek şekilde organize edilir. Bu yerleşimin en belirgin özelliği belirli bir parça grubunda uzmanlaşmadır.

iii. Hat Yerleştirme:

Bu yerleşim tipinde üretim fonksiyonları parçalara göre gruplara ayrılır. Klasik hat üretiminde makinalar sadece belirli bir parça için çok miktarlarda yüklenmek üzere bir hat üzerinde yerleştirilir.

Farklı yerleşim tiplerinin temel karakteristik özelliklerinin birbiriyle karşılaştırılmasını gösteren tablo Çizelge 4.1'de (Altuntemir, 1993, Groover, 1996) sunulmuştur.

Çizelge 4.1 Tesis yerleşim tiplerinin temel karakteristiklerin karşılaştırılması

YERLEŞİM TİPİ KARAKTERİSTİK	FONKSİYONEL YERLEŞİM	GRUP TİPİ YERLEŞİM	HAT TİPİ YERLEŞİM
Uzmanlaşma Tipi	Proses	Parça	Parça
Malzeme Akışı	Parti	Yaklaşık Sürekli	Sürekli
Parti Büyüklüğü	Küçük-Orta	Çok Küçük	Büyük
Üretim Zamanı	Uzun	Kısa	Daha Kısa
Hazırlık Süresi ve Tipi	Uzun- Değişken,Sık	Çok Kısa- Sabit,Sık	Uzun- Karmaşık
Ara Stok Miktarı	Yüksek-çeşitliliği sağlayabilme amaçlı	Daha Düşük	Yüksek- emniyet amaçlı
Malzeme Akış Kontrolü	Karışık	Basit	Daha Basit
Esneklik	Daha Az Esnek	Esnek	Esnek Değil
Kalite/Üretim Sorumluluğu	Parça Başına Birçok İşgören	Parça Başına Bir İşgören	Parça Başına Bir İşgören
İşgörenlerin Yetenekleri	Tek fonksiyonlu- belirli bir işte uzmanlaşma	Tek fonksiyonlu- vasıfsız işgücü	Çok fonksiyonlu- Katılımcı
Makina Yatırım Tutarı	Düşük	Daha Düşük	Yüksek
Takım-Düzenek Yatırım Tutarı	Düşük parça başına her işlem için bir takım seti	Daha Düşük parça ailesi başına bir takım seti	Yüksek hat başına bir takım seti

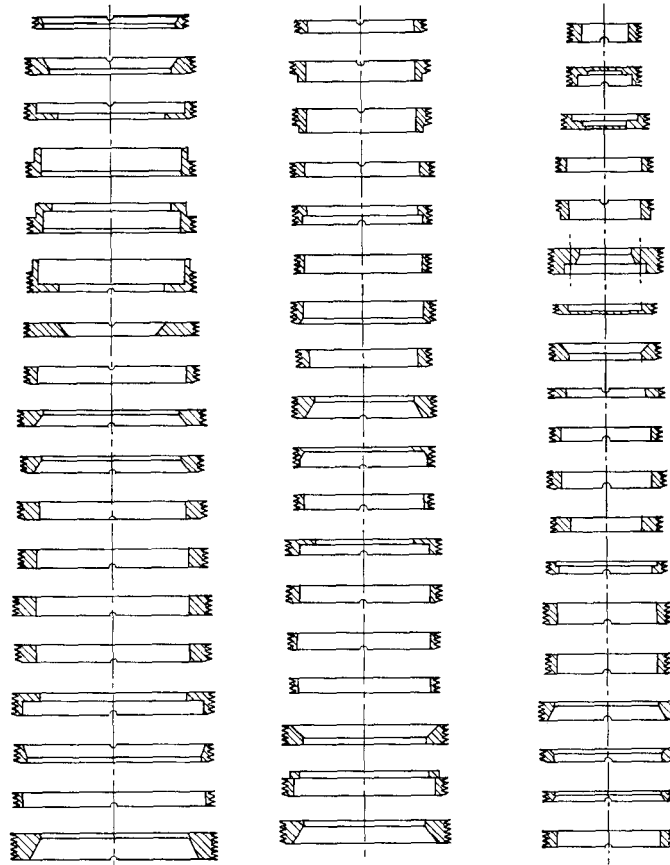
Çizelgeden de görülebileceği gibi fonksiyonel yerleşim ile grup yerleşim arasında önemli farklar bulunmaktadır. Grup yerleşim ile hat yerleşim arasında ise benzerlikler mevcuttur.

Fonksiyonel yerleşimden grup yerleşime geçişte proses merkezli üretimden parça merkezli üretime doğru değişim olması gerekmektedir. Ayrıca toplam işleme ve üretimde kalma süresinde, taşıma ve hazırlık sürelerinde kayda değer düşmeler yaşanır. Dolayısıyla üretim, taşıma ve takım-düzenek maliyetleri düşürülmüş olacaktır. Öte yandan birleşen parçalarla birlikte sorumluluklar da birleşir.

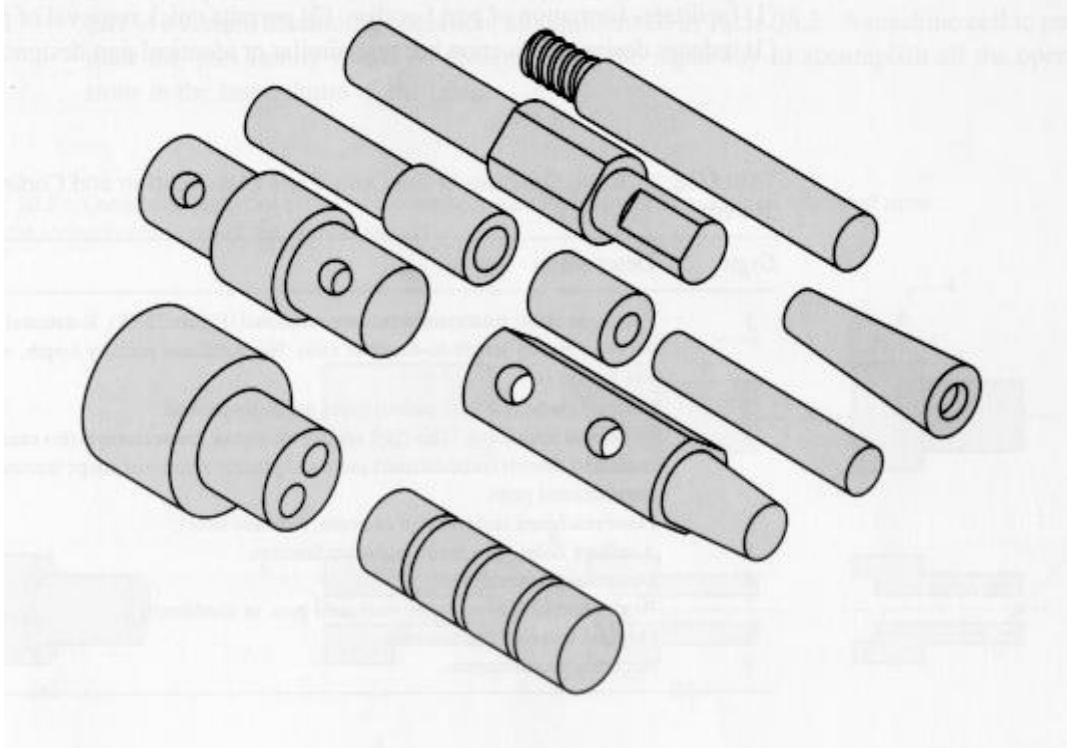
Elemanların tecrübe ve ustalık seviyelerinin artan sorumlulukları karşılayacak şekilde artırılması ve birleşen tezgahların bakımları konusunda değişik önlemlerin uygulamaya alınması gerekecektir. Grup teknolojisinin yerleşim bazında özellikleri Bölüm 4.6'da hücresel üretim başlığı altında daha detaylı olarak anlatılacaktır.

4.1.5 Grup Teknolojisinde Parça ve Üretim Ailesi Kavramı

Parça ailesi birbirine benzer niteliklere sahip parçaların bir araya getirilmesi ile oluşan grup olarak tanımlanabilir. Üretim ailesi ise aynı makina grubunda işlenebilen parça ailelerini tanımlar (Burbidge, 1975). Bir üretim ailesi dış görünüş ve üretim özellikleri açısından benzer parçalardan oluşabilir. Şekil 4.5 tamamı torna tezgahında üretilecek halka şeklinde dış kısımlarına dış açılan bir üretim ailesini göstermektedir.



Şekil 4.5 Görünüş ve üretim açısından benzer parçaların oluşturduğu bir grup



Şekil 4.7 Görünüş açısından farklı üretim açısından benzer parçaların oluşturduğu grup

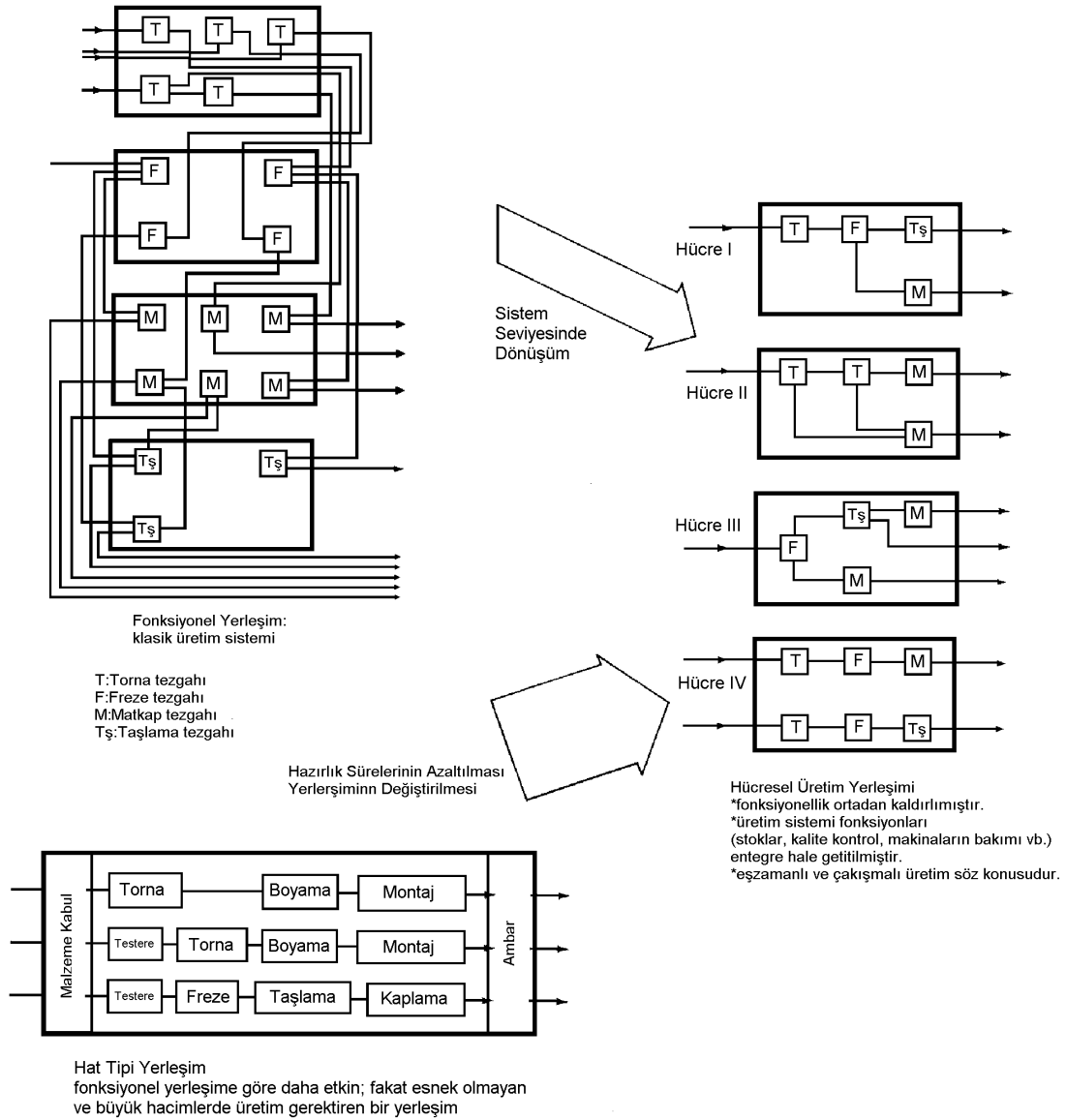
4.1.6.1 Hücresel Üretimde Yerleşim

Fonksiyonel yerleşimden grup yerleşime geçişte proses merkezli üretimden parça merkezli üretime doğru dönüşüm olacağı daha önce belirtilmişti. Bu durum ise malzeme hareketlerini rasyonelleştirmesi (Şekil 4.8) (DeGarmo ve diğerleri, 1988) ve beklemelerin azalması gibi nedenlerden dolayı maliyetlerde ciddi düşümlere sebep olmaktadır.

Şekilden de görüleceği üzere fonksiyonel yerleşimde tezgahlar tiplerine göre belirli bölümlere toplanmıştır. Bunun sonucu olarak farklı operasyonları değişik tezgahlarda gerçekleştirilmesi gereken parçalar tezgahlar arasında mekik dokumak zorunda kalmaktadır. Dolayısıyla oldukça karışık bir malzeme hareketi şebekesi karşımıza çıkmaktadır. Bu durum ise üretimin izlenmesini ve kontrolünü imkansızlaştırmakta ve teslimatların planlandığı zamanda gerçekleşmesi önceden hazırlanmış planlara değil şansa bağlı hale gelmektedir.

4.1.6.2 Hücrelerin Tasarımı

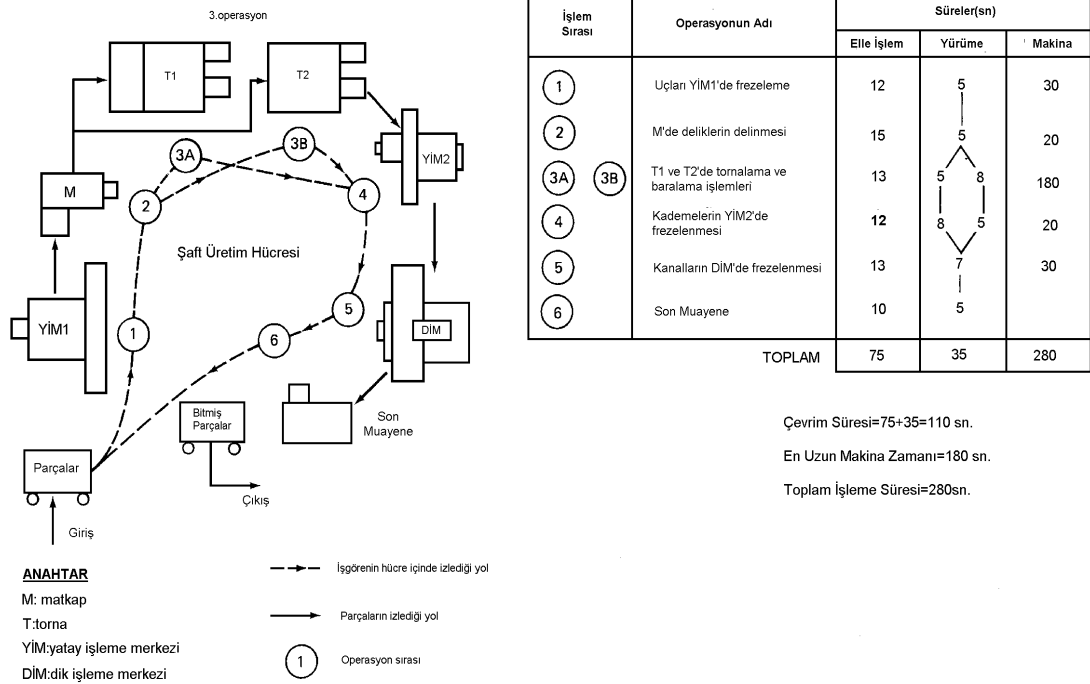
Hücresel üretimde prosesler bir parçayı üretmek için takip edilen işlem sırasına ve operasyonlara göre gruplanır. Bu düzenleme, hat tipi yerleşimin esneklik için tasarlanmış şekli olarak da adlandırılabilir. Hücreler genellikle işgören tarafından çevrimi başlatılan ve çevrimini kendi tamamlayan makinalardan oluşur. Tercih edilen yerleşim biçimi U şeklinde olanıdır. Böylelikle hücreye malzemelerin giriş ve çıkış noktaları birbirine yakın olacaktır. Şekil 4.9'da (DeGarmo ve diğerleri, 1988) 6 tezgahtan oluşan U şeklindeki bir hücrede işgörenin hücre içinde hareketi ve üretim süreleri detay bazında gösterilmiştir.



Şekil 4.8 Fonksiyonel tipten grup yerleşime geçişte malzeme hareketlerinin rasyonelleşmesi

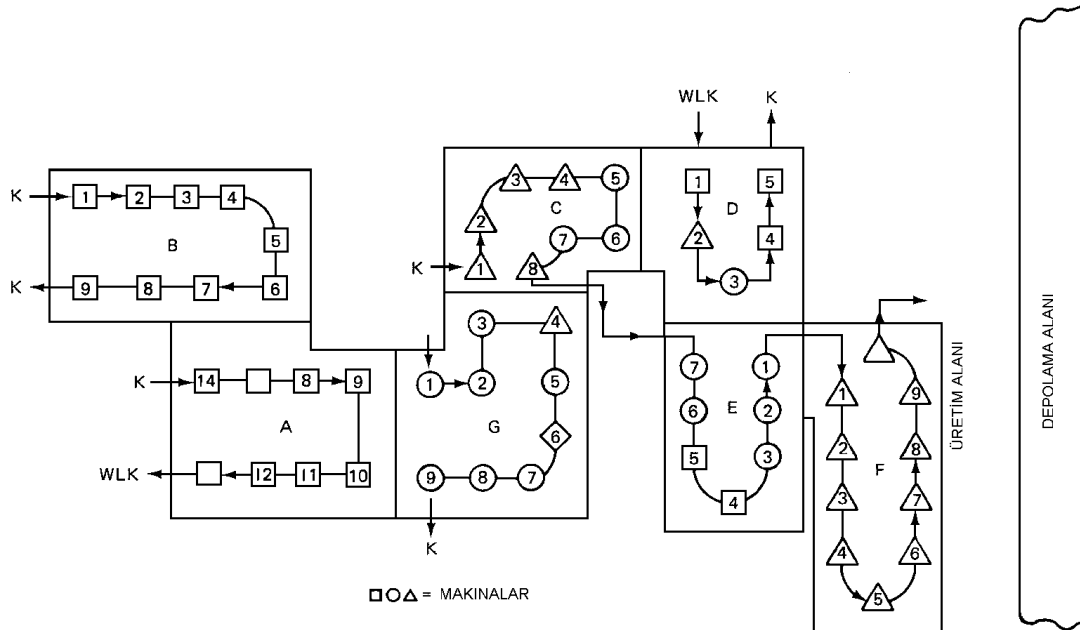
İşgörenin hücre içindeki bir turunu tamamlaması ile bir parçanın üretimi bitmiş olur. Çevrim süresi ile makina süresi birbirine direkt olarak bağlıdır. Çevrim süresi işgörenin hücre içindeki turunu tamamlamasına bağlı olduğundan yeni işgücü eklenerek yada çıkarılarak bu süre esnek bir şekilde kontrol altında tutulabilmektedir. Bu hücrede çevrim süresi sistemin gereksinimlerine göre belirlendiğinden, hücre istenilen miktarda parçayı ve istenilen sürede üretecek şekilde organize edilmiştir. Bu yapılanmada hazırlık süreleri ve çapak alma, temizleme gibi yan işlemler gözönüne alınmamıştır. Bu tarz işlemlerin hücre dışında gerçekleştirilmesi öngörülmüştür. Çevrim süresi aşağıdaki denklemler yardımıyla kolayca hesaplanabilir.

$$\begin{aligned} \text{günlük talep} &= \text{aylık talep}(\text{tahminler} + \text{siparişler}) / \text{aydaki gün sayısı} \\ \text{üretim miktarı} &= \text{günlük talep} / \text{gündeki saat sayısı} \\ \text{çevrim süresi} &= 1 / \text{üretim miktarı} \end{aligned}$$



Şekil 4.9 6 makinadan ve çok fonksiyonlu işgörenden oluşan bir hücre ve hücredeki iş akışı

Bu sistemde makina sürelerinin dengelenmesine gerek yoktur. Tek dikkat edilecek nokta istenilen makina süresinin çevrim süresinden büyük olmamasıdır. Eğer bu kaçınılmazsa bazı makinalarda işlemin tekrarlanması çözüm olabilir. Çevrim süresini kontrol altına alabilmek için işleme hızları ve ilerlemeler düşürülerek aşınmanın azalması ve takım ömürlerinin artırılması sağlanabilir.

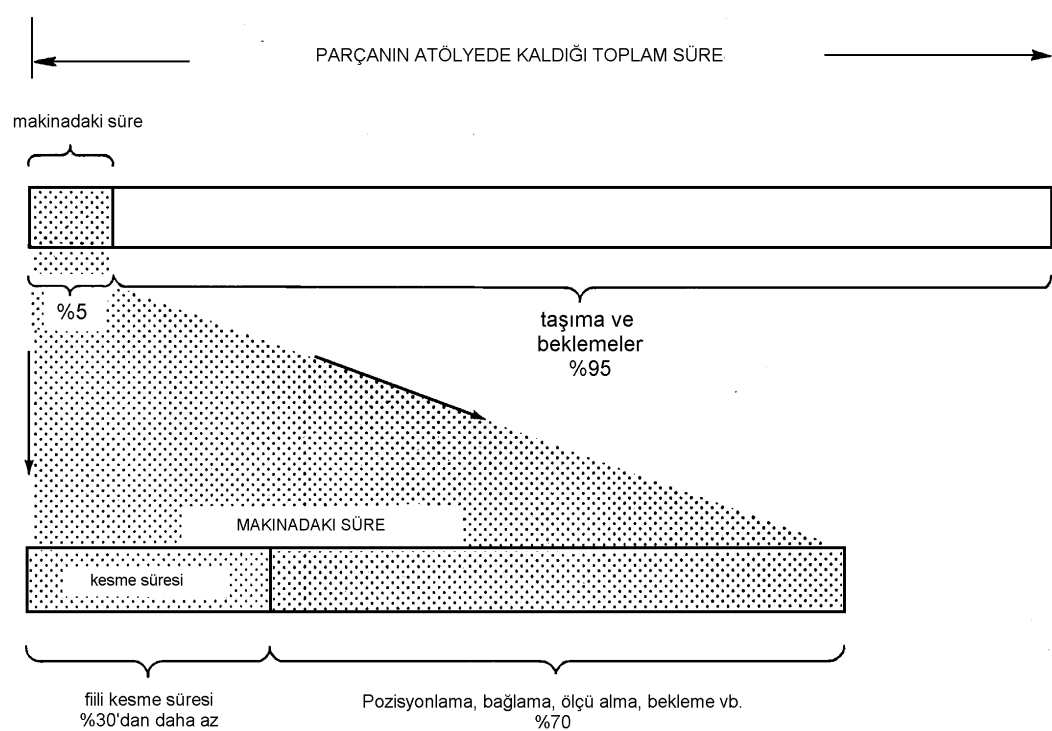


Şekil 4.10 Birbirine bağlı 7 montaj hücresinde akış

Şekil 4.10 (DeGarmo ve diğerleri, 1988) 6 montaj hücrelerini ve 1 alt montaj hücrelerini göstermektedir. Bu 7 hücre birbirlerine bağlıdır. Birbirlerine direkt bağlı bu hücrelerde amaç iş akışını kesintisiz hale getirmek ve hücrelerdeki ara stokları en aza indirmektir. Birbirine bağlı bir iş akışı sözkonusu olduğundan bunun altyapısının (malzeme tedariki, makina bakımı, taşıma sistemleri vb) bunu karşılayacak şekilde düzenlenmesi gerekmektedir. Bu hücre sistemi için en uygun kanban en uygun yönetim sistemi olacaktır.

4.1.6.3 Hazırlık Sürelerinin Düşürülmesi

Hücresel üretimin uygulama aşamasında karşılaşılan ve öncelikle ele alınması gereken bir problem de atölye tipi üretime has uzun hazırlık süreleridir. Bu durum Şekil 4.11’de gösterilmiştir (Groover, 1996). Bu tabloya göre işparçası atölyede kaldığı sürenin %93’de üzerinde hiçbir işlem yapılmamaktadır. Diğer bir ifadeyle parça makinalar arasında hiç beklemeden hareket etseydi, %90’lara yakın maliyetten tasarruf olacaktı. Bu ideal duruma hücresel üretimle yaklaşmak mümkün olabilir.



Şekil 4.11 Atölye tipi üretimde parçaların üretim alanında geçirdiği sürenin dağılımı

Düşük ekipman kullanım seviyesi bu yaklaşımın görece olarak zayıf olduğu yön olarak gösterilebilir. Bu seviye zamanla iyileşse de hiçbir zaman fonksiyonel yerleşimdeki durumuna gelemeyecektir. Ama zaten hücresel üretimin birincil hedefi işgörenlerin iş genişletme ve iş zenginleştirme gibi yöntemler kullanılarak çok fonksiyonlu hale getirilerek tümüyle kullanılmasıdır. Diğer bir ifadeyle işgörenler birden çok tezgahı çalıştırabilecek ve birden çok görevi gerçekleştirecek bilgi ve beceriye sahip hale geleceklerdir.

İlk adım hazırlık operasyonu olarak neler yapıldığını belirlemektir. Bu aşamada yapılması gereken tüm hazırlık aktivitelerini iç ve dış olarak ikiye ayırmaktır. İçsel aktiviteler sadece makina çalışmıyor durumda yapılabilen aktivitelerdir. Dışsal aktiviteler ise makina çalışır durumda yapılabilir. Bu temel ayırım bile hazırlık sürelerini oldukça düşürmek için yeterlidir.

Adım 2 ve 3 ise içsel aktivitelerin azaltılmasını hedefler. Bu faaliyetler işgörenlerin ve hazırlık aktivitelerinden sorumlu personelin süreleri düşürme prensipleri ve tekniklerini öğrenmeleri ve bunları uygulamaları temeli üzerine kurulmuştur. Eğer şirket, süreleri düşürmek üzere oluşturulacak takımın tüm prosesleri incelemesini beklerse üretim sisteminin değişimini sağlamak mümkün olmayacaktır. SMED'in son adımı ihtiyaç duyulan yatırımların yapılmasıdır. Otomatik kalıp pozisyonlama, destek plakaları ve bağlama düzenekleri sistemlerinin tasarlanıp uygulamaya alınması gerekecektir. Böylelikle benzer hazırlık aktiviteleri ve araçları (bağlama düzenekleri, takımlar vb.) gerektiren parçalar bir aileye toplanarak hazırlık süreci kısaltılabilir, hatta yok edilebilir.

Hazırlık sürelerini düşürmek ve grup teknolojisinin uygulanmasına temel oluşturmak amacıyla Kalekalıp'ta modüler bağlama sistemleri, hızlı bağlama sistemleri ile takımların gruplandırılması uygulamaları gerçekleştirilmektedir. Bir sonraki aşama hazırlık aktivitelerinin gruplanarak ayrı ayrı ele alınması ve parça ailelerine özel bağlama düzeneklerinin belirlenmesidir.

5. ESNEK İMALAT SİSTEMLERİ

5.1. EİS'lerinin Tarihsel Gelişimi

EİS'leri, 1960'lı yılların sonunda ortaya çıkmış, 1970'li yılların ikinci yarısında gelişme sürecine girmiş ve 1980'li yılların başından günümüze iyileşme aşamasına girmiştir.

İlk EIS 1968' de İngiltere'de kurulmuştur. O günden bu yana birçok değişik ülkede yüzlerce sistem geliştirilmiştir.

1960'larda NC tezgâhları güvenilir ve prodüktif oldukları bir alana ulaşmışlardır. Daha sonra bilgisayar ve tezgâh kontrolcüler "Grup Teknolojisi" şeklinde üretim kavramları ile ortaya çıkmışlardır. 1960'ların ortasında ilk DNC sistemi Japonya'da ortaya çıkmış daha sonra 1973' te ilk defa Avrupa'da ortaya çıkmıştır. Bunların kontrol sistemleri takım, malzeme iletimi ve transportasyon sistemleri ile (örneğin otomatik takım değiştirmeli sistemler, endüstriyel robotlar, otomatik kılavuzlu araçlar, takım magazinleri vb.) birlikte daha güçlü hale getirilmiştir.

1975' te ilk defa NC işleme merkezi on istasyonlu bir palet alanı ve otomatik palet değiştirme birimi ile birlikte otomatik takım değiştirme sisteminden faydalanılarak insana gerek olmadan başarılı bir şekilde işletildiğinde EIS' e doğru ilk temel adım atılmıştır.

EIS geleneksel takım tezgâhları endüstrisinde ortaya çıkmasına rağmen montaj, kaynak, paletleme, vb. sahalarda da kullanılmaktadır.

5.2. Esnek İmalat Sistemlerinin Tanımı

Günümüzde pek çok alandaki gelişmelere bağlı olarak, özellikle son on yıl içinde imalat teknolojisi büyük atılım yapmış, küçük ve orta büyüklükteki çeşitli makine parçaları imalatı için yeni ve ekonomik imalat sistemleri arayışı içine girmiştir.

Bu atılımlarda temel amaç, teknolojik gelişmenin yanı sıra, enerji ve diğer kaynakların daha az kullanılması ile imalat maliyetlerini düşürmek ve maksimum ekonomiyi sağlamaktır. Gelişen imalat sistemlerine bağlı olarak, mamulün kalitesi kadar ekonomik bir şekilde imal edilmesi de büyük önem taşımaktadır.

Bu amaçla otomasyon kavramını ve teknolojisini tek bir imalat sisteminde birleştirerek Esnek İmalat Sistemi (EIS) oluşturulmuştur.

Esnek İmalat Sistemi (EIS), tamamıyla bir bilgisayar sistemi tarafından kontrol edilen, birbirine bir malzeme taşıma sistemi ile bağlanmış tezgâhlar grubu olarak tanımlanmaktadır.

Günümüzde üretimde esnekliği sağlayan modern imalat sistemleri olarak, esnek transfer hatlarını (ETH), robotları, esnek imalat hücrelerini (EIH) ve tüm bunların bir araya getirilmesinden oluşan Esnek İmalat Sistemlerini sayabiliriz.

Esnek İmalat Sistemlerinin amacı, otomasyon kavramını ve teknolojisini tek bir üretim sisteminde birleştirmektir. Bu sistemler otomatik taşıma ve depolama sistemlerini, otomatik

malzeme taşıma sistemlerini, robotları, nümerik kontrollü tezgah ve tertibatları, grup teknolojisini ve hiyerarşik bir düzende işleyen bilgisayar kontrol sistemlerini içerir.

Esnek İmalat hücreleri ve bunların bir araya getirilmesi ile elde edilen esnek imalat sistemlerinde küçük ve orta büyüklükteki parçaların otomatik olarak imalatları için standart kesici takımlar kullanılmakta ve böylece imalatla optimum esneklik ve ekonomi sağlanmaktadır.

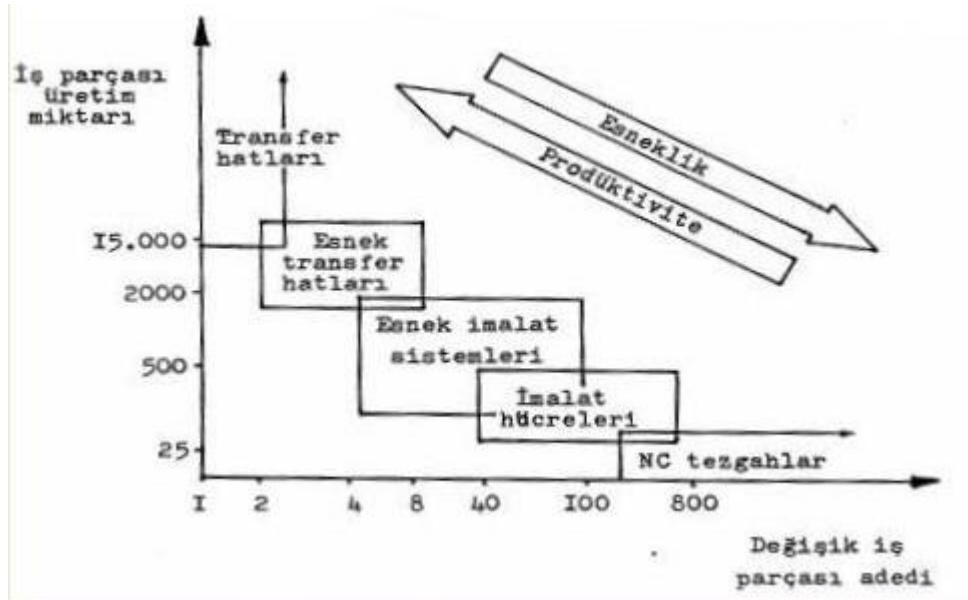
Prodüktivitenin artırılabilmesi için, imalatla yan zamanlar kısaltılmalıdır. Bu bakımdan EIS, tüm yan zamanları oldukça kısaltan sistemlerle donatılmıştır.

İmalat sanayinin günümüzde ulaştığı son nokta olan EIS, en kısa zamanda en ekonomik biçimde ve çok hassa toleranslarda imalat yapabilen, gelişen teknolojiye paralel hareket edebilen prodüktif ve esnek sistemlerdir.

Esnek imalat sistemlerinde, küçük ve orta büyüklükteki çeşitli parçalar,

- Nümerik kontrollü tezgah veya nümerik kontrollü tezgah hücreleri tarafından imal edilmekte,
- İş parçası transferi otomatik olarak, transfer araçları, robotlar veya insansız taşıyıcı arabalarla yapılmakta,
- Sonuçta tüm sistemler bağlı bulundukları merkezi bir bilgisayarın kontrolünde idare edilmekte ve yönlendirilmektedir.

Esnek İmalat Sistemi kavramının diğer imalat sistemlerine göre yer, şekil 7.1’ de görülmektedir.



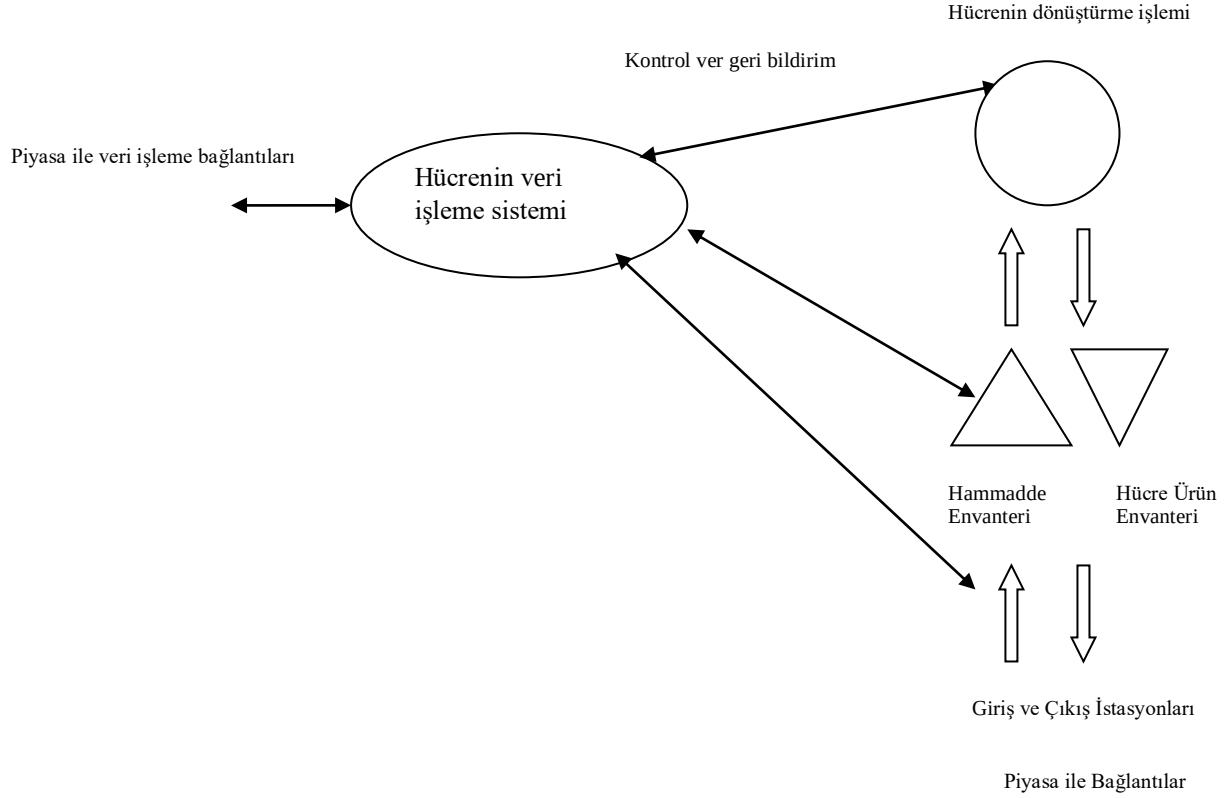
Şekil 5.1' de İmalatta EİS Kavramı

Esnek imalat sistemleri, çeşitli işlemler yapabilen ve aralarındaki bağıntı çok esnek olan iki ya da daha fazla esnek imalat hücresinden meydana gelen bir sistemdir.

Esnek imalat hücrelerinin veri işlem bağlantıları şekil 5.2’ de görülmektedir.

EİS planlanırken esas problem, sistemin hücrelerini meydana getirmektir. EIS hücreleri

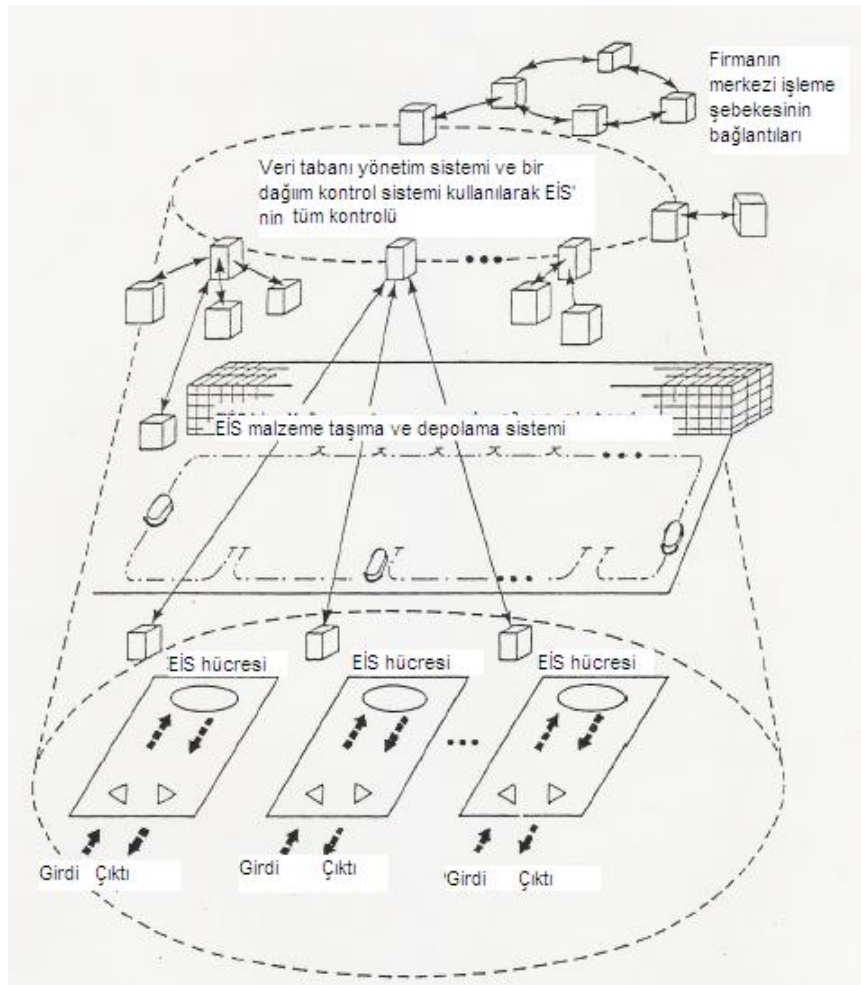
oldukça karmaşık birimlerdir. Esnek imalat hücreleri de imalat esnasında istenen gerekli değişimlerin sağlanabilmesi için çok amaçlı özelliklerine sahip olmaları gerekmektedir. Bu etkileyici amaçlara ulaşabilmek için üst seviyedeki kontrol hiyerarşisi ile haberleşmelidir. (Şekil 5.3)



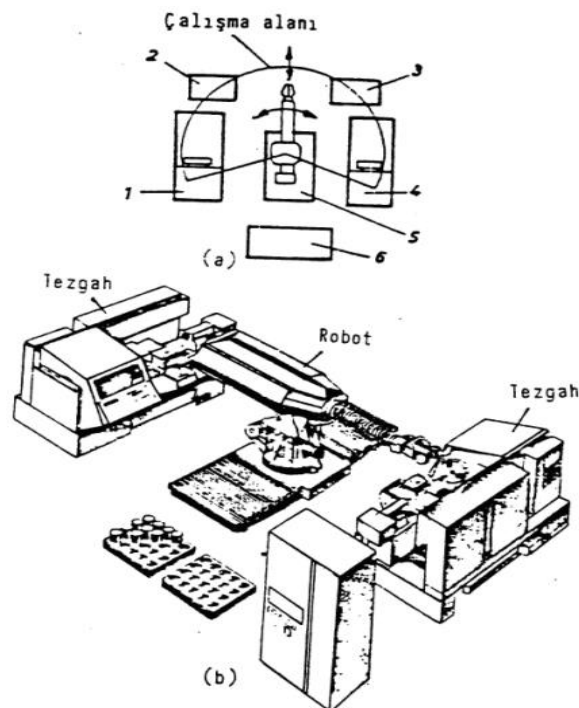
Şekil 5.2. Bir EİH veri işlem bağlantıları

EİH adını taşıyan Esnek İmalat Hücreleri, çeşitli işlemler yapabilen ve aralarındaki bağlantı çok esnek olan, 2-5 tezgahtan meydana gelen bir sistemdir. Günümüzde bu tezgahların yükleme ve boşaltma işlemleri robotlarla yapılmaktadır. Örneğin şekil 5.4.a' da iki NC torna tezgahı (1,4) ve bir robottan (5) oluşan EİH gösterilmiştir. Burada (2) işlenmemiş parça deposu, (3) işlenmiş parça deposu ve (6) sistemin kontrol merkezidir. Robot, işlenmemiş parçaları (2) depodan alır, (1) tornaya götürür ve parçayı tornaya bağlar. Bu tornada parça işlenirken robot, (4) tornaya gider, burada işlemi bitmiş olan parçayı alır, (3) depoya bırakır, (1) tornaya geri döner, işlemi biten parçayı alır, (4) tornaya götürür, bağlar (2) depoya gider, yeni bir işlenmemiş parça alır ve bunu (1) tornaya götürüp bağlar, işlem bu şekilde devam eder. Şekil 5.b' de bu sistemin pratikte uygulanması gösterilmiştir.

Günümüzde bu hücrelerle şekil 5.5' de gösterildiği gibi insansız esnek atölye ve fabrikalar oluşturulmaktadır. Şekilde gösterilen sistemde, parçaların hücreden hücreye taşınması paletli taşıyıcılarla yapılmaktadır.

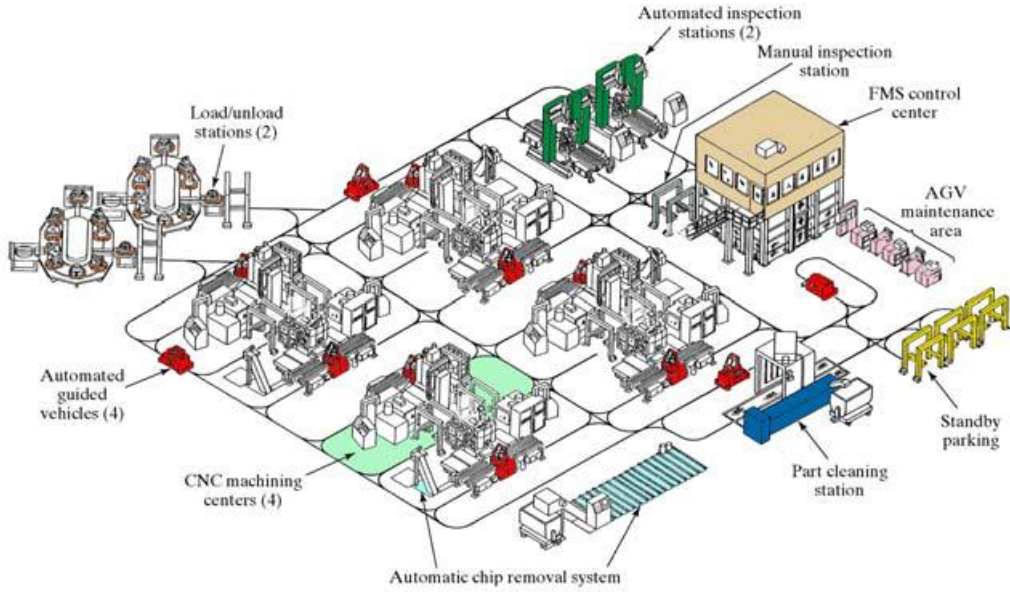


Şekil 5.3. EİS hücreleri ve dış sistemlerle olan bağlantılar

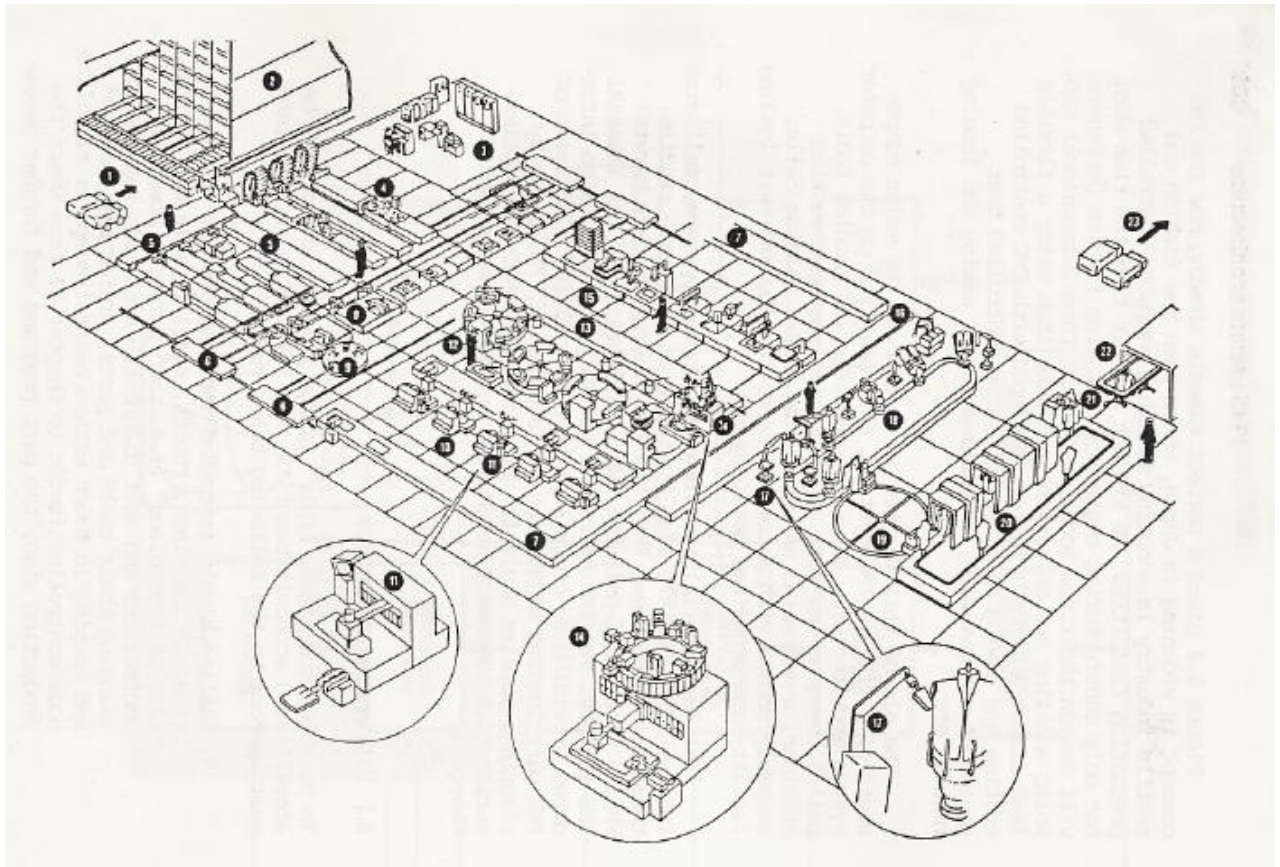


Şekil 5.4. Bir esnek imalat hücresi

EIS başlangıçta sadece talaş kaldırma işlemleri için planlanmış olmasına rağmen, daha sonraları az da olsa talaşsız şekillendirme alanında, dericilik ve konfeksiyon sanayinde, ağaç sanayinde ve montaj sahasında uygulama alanlarına girmiştir.



Şekil 5.5. Esnek imalat hücrelerinden oluşan insansız bir atölye



Şekil 5.6. Japon tekstil endüstrisinin bilgisayar kontrollü elbise dizayn ve imalat planlama fikri

- 1.Malzeme gelişi
- 2.Depo
- 3.Bilgisayar Kontrol Odası
- 4.Bilgisayar Kontrollü Lazer Kesici
- 5.Besleyici Tabla
- 6.Taşıma Aracı
- 7.Taşıma Sistemi
- 8.CNC kesme makinesi
- 9.Programlanabilir bağlama ucu tertibatı
- 10.Parça işleme hattı
- 11.Programlanabilir parça kesme makinesi
- 12.Tutma işleme hattı
- 13.Tutma besleme merkezi
- 14.Programlanabilir kesme merkezi
- 15.Kol tertibatı işleme hattı
- 16.Hatalı malları kapatmak için geri çevirici
- 17.Üç boyutlu kesme robotu
- 18.Montaj hattı
- 19.Yükleme boşaltma aygıtı
- 20.Bitirme istasyonları
- 21.Paketleme hattı
- 22.Son kalite kontrol
- 23.Üretilen mal dağıtıcıları

Örnek: Japonya’ da moda endüstrisi ve tekstil endüstrisi bilgisayarla kontrollü esnek imalat sistemlerini kullanmaya başlamıştır. Sadece imalat mühendisleri değil moda tasarımcıları da üç boyutlu CAD, aralıksız modelleme ve canlandırma (animasyon) kullanarak yeni modeller tasarlanmakta ve CNC kontrollü kesme tezgâhları (testereler), görüntülü bilgisayar kontrollü test techizatı, üç boyutlu dikme ve ütüleme robotları ile esnek bir fabrikanın oluşturulması sağlanmaktadır. (Şekil 5.6)

5.3. EİS’ nin Yapısı

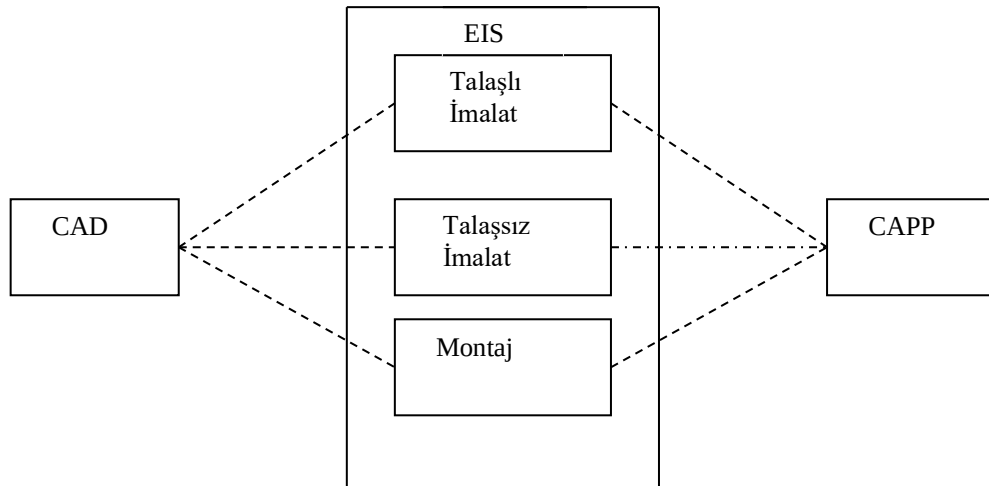
Geniş anlamda, bir esnek imalat sisteminin üç alt sisteminden meydana geldiği söylenebilir. Bunlar;

- Talaşlı İmalat
- Talaşsız İmalat
- Montaj

Bunların her birinin etkinliği CAD (Computer Aided Design) ve CAPP (Computer Aided Process Planning) sistemiyle bütünleştirilip (şekil 5.7) sisteminin etkinliği artırılabilir.

İmalat sistemlerini, nümerik kontrollü tezgâhların sayısı, yerleştirme şekli, imal edilecek iş parçası çeşidi ve sayısına bağlı olarak şu sınıflara ayırmak mümkündür:

- 1.Esnek imalat modülü
- 2.Esnek imalat hücresi
- 3.Esnek imalat grubu
- 4.Esnek imalat sistemi
- 5.Esnek imalat hattı



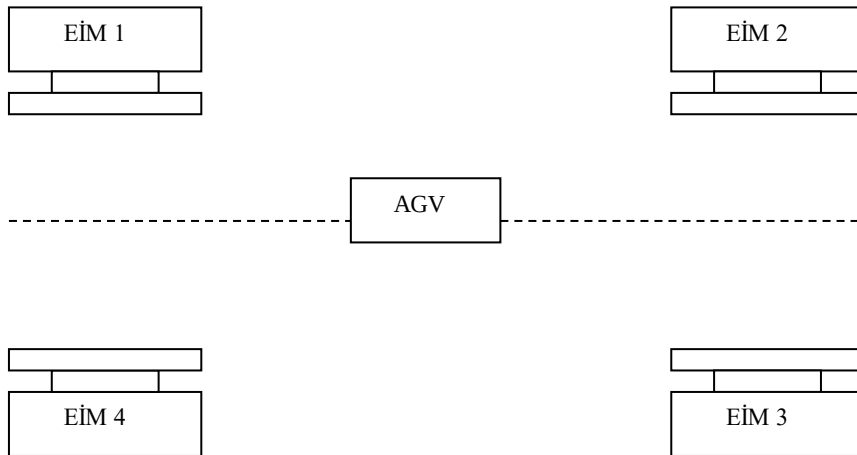
Şekil 5.7. EİS' nin diğer sistemler ile bütünleştirilmesi

1. Esnek İmalat Modülü (EİM) : Bir EİM palet değiştirici ve alet değiştirici ile donatılmış nümerik kontrollü bir makine olarak tanımlanabilir. Palet ve alet değiştirici ir robot tarafından idare edilebilir. Şekil 8' de bunlarla donatılmış bir nümerik makine görülmektedir.



Şekil 5.8. Esnek imalat modülü (EİM)

2. Esnek İmalat Hücresi (EİH) : Birkaç EİM modülünden meydana gelir.Ürün veya proses tipine göre kurulmaktadır.

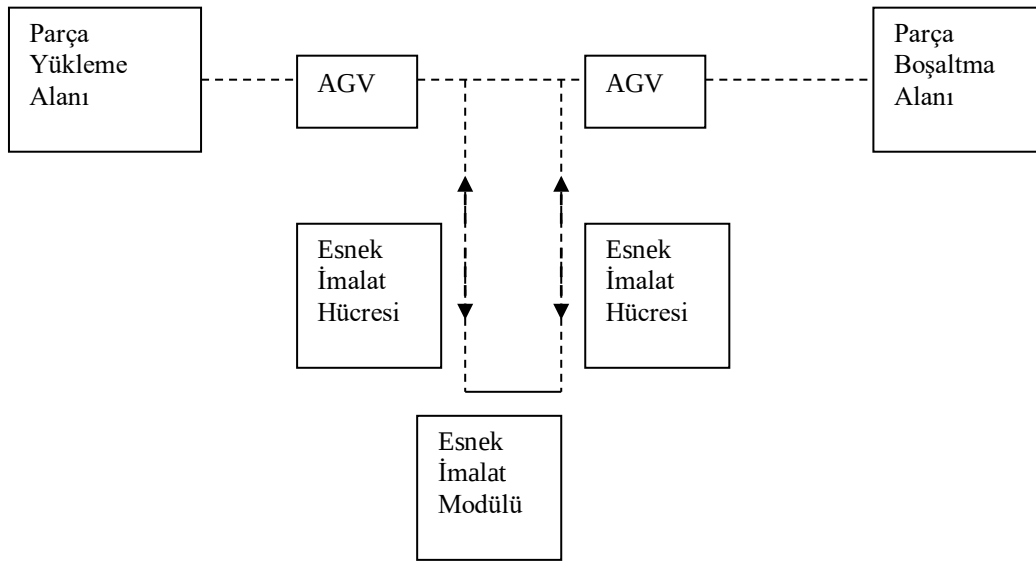


Şekil 5.9. Esnek imalat hücresi

Hücresele imalatatta, grup teknolojisi yaklaşımı kullanılarak iş parçacı aileleri ve tezgah grupları belirlenir. İş parçacı ailelerini belirlemek için iş parçalarının malzeme, geometrik benzerlik veya işleme ihtiyaçlarından yararlanılır. Şekil 5.9’da bir EİH görülmektedir.

3. Esnek İmalat Grubu: Bir EİG, esnek imalat hücreleri ve modüllerinden meydana gelmiştir.(Şekil 5.10)

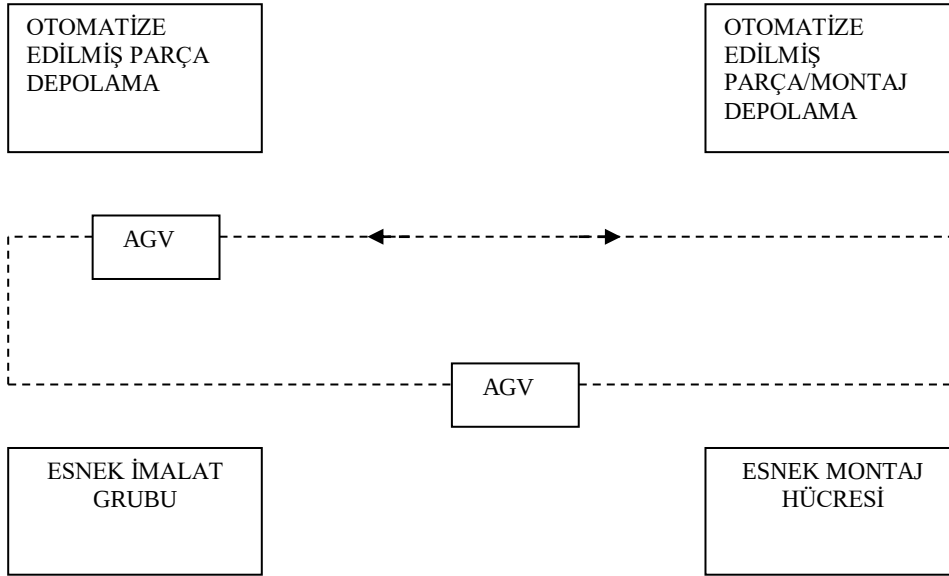
Hücreler ve modüller ayrı üretim sahasında bulunmakta ve bir bilgisayar kontrolü altındaki bir malzeme taşıma sisteminden oluşmaktadır.



Şekil 5.10. Esnek imalat grubu

4. Esnek Üretim Sistemi: Bir EÜS, farklı imalat sahaları, fabrikasyon, işleme ve montajı temsil eden imalat gruplarından meydana gelmektedir. (Şekil 5.11)

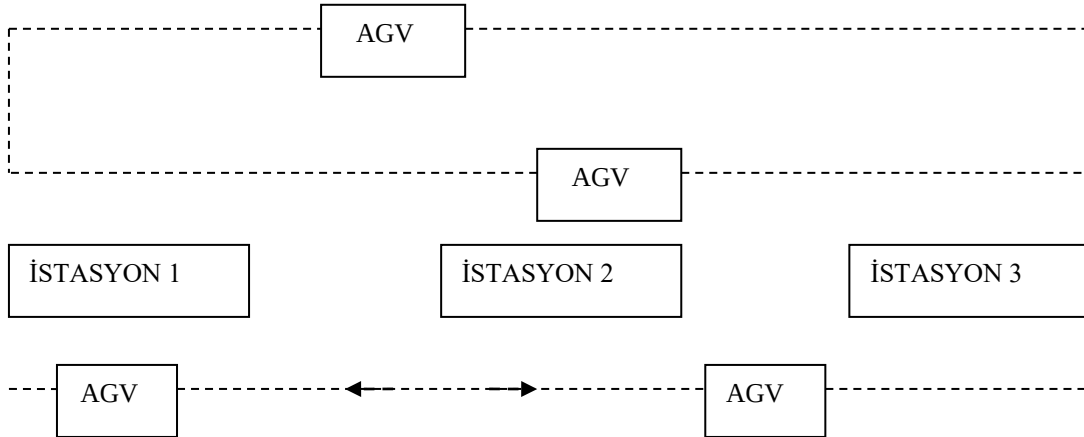
Burada iş parçalarının taşınması işlemi AGV’ ler tarafından gerçekleştirilmektedir. Ayrıca sistemin etkinliğini arttırmak amacıyla, bir otomatik depolama sistemi kurulmuştur.



Şekil 5.11. Esnek Üretim Sistemi

5. Esnek İmalat Hattı (EİHT): Bir EİHT ise burada istasyon olarak adlandırılan tezgahlar olarak tanımlanabilir. Bu hat beş tipte olabilir:

- 1.AVG (otomatik kumandalı taşıyıcı)
- 2.Robot
- 3.Konveyör
- 4.Yedek
- 5.Mekik



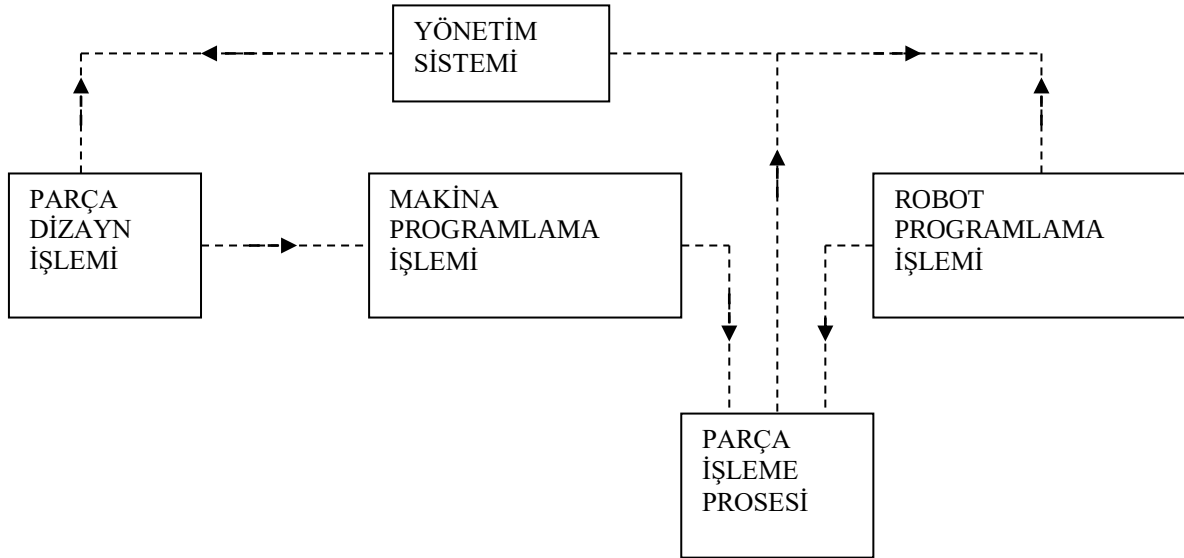
Şekil 5.12. Esnek imalat hattı (AGV tipi)

5.4. EİS Proseslerine Bakış

Bir imalat fonksiyonu etkin bir şekilde ürünler ve parçalar imal etmektir. Böyle bir sisteme, parçalar veya mamuller açısından bakılabilir. Her parça ilk iş olarak tasarlanmalı, daha sonra bir nümerik kontrollü makine programı oluşturulmalı, bir robot programlanmalı ve son olarak parça imal edilmelidir. Bu proste bir yönetim sistemi tarafından koordine edilmekte ve nezareti yapılmaktadır.

Şekil 5.13’ te görülen 4 proses otomasyona tabi tutulduğu zaman, artık bağımsız olarak

muamele görebilir. Bununla birlikte, bu proseslerin tam olarak bütünleştirilmesi gerekir. Bundan şu sonuç ortaya çıkmaktadır: EIS' nin otomasyon derecesi yükseldikçe, parça dizaynı, makine programlama, robot programlama ve parça işleme prosesleri arasında daha iyi bir bütünleşmeye gerek duyulmaktadır.



Şekil 5.13. EİS Prosesleri

5.5. Esnek İmalat Sistemi Donanımları

Bir EIS' nin 3 temel bileşeni vardır:

1. İş İstasyonları
2. Malzeme Taşıma Sistemi
3. Bilgisayarlı Kontrol Sistemi

Bileşenleri her biri sistemin işleme ihtiyaçlarına, kapasitesine, ekonomikliğine, çevreye vb. nedenlere bağlı olarak farklılıklar gösterirler.

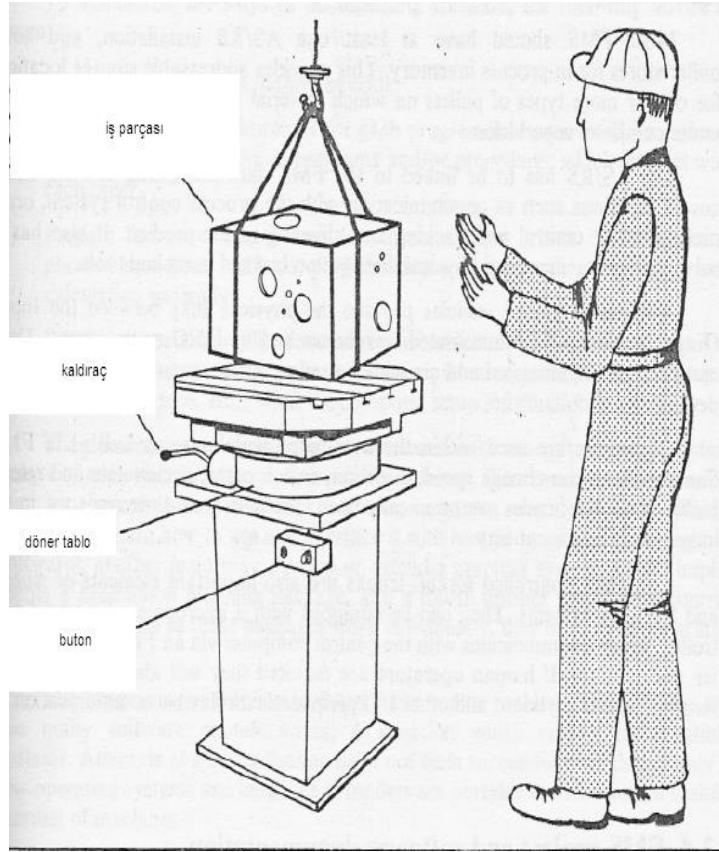
5.5.1. İş İstasyonları ve Yardımcı Donanımları

Bir iş istasyonunda, tornalama, frezeleme, taşlama, ısıl işlem ve montaj gibi işlemler gerçekleştirilebilir. Çeşitli talaş kaldırma işlemleri için NC/CNC takım tezgâhları ve işleme merkezleri kullanılır.

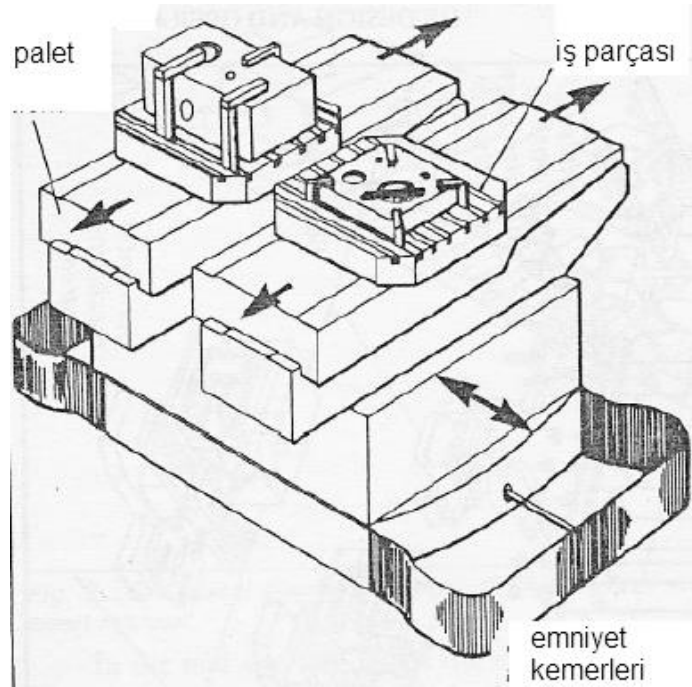
Bu tezgâhlar çok çeşitli iş parçalarını, küçük partiler halinde işlemeye elverişlidir.

NC/DNC türü tezgâhları tek başına kullanmak da mümkündür. Bunun için tasarımı gerçekleştirilen parça, operasyonlara ayrılır. Buna bağlı olarak, tezgâhlara verilecek teknolojik ve geometrik bilgilere dayalı parça programları hazırlanır. Bu programlar delikli kart, bant veya manyetik bant vasıtasıyla tezgâhlara aktarılır.

Bu tür bir tezgâhtaki diğer önemli bir nokta da, çıkan talaşların tezgâhtan hemen uzaklaştırılmasıdır. Tezgâh konstrüksiyonu, bu amaca uygun olarak gerçekleştirilmelidir. Aynı zamanda çıkan talaşın süresiz olması için talaş kırıcılar kullanılmalıdır.



Şekil 5.15. İş parçasının palete bağlanması



Şekil 5.16. Direkt girişli bir AGV

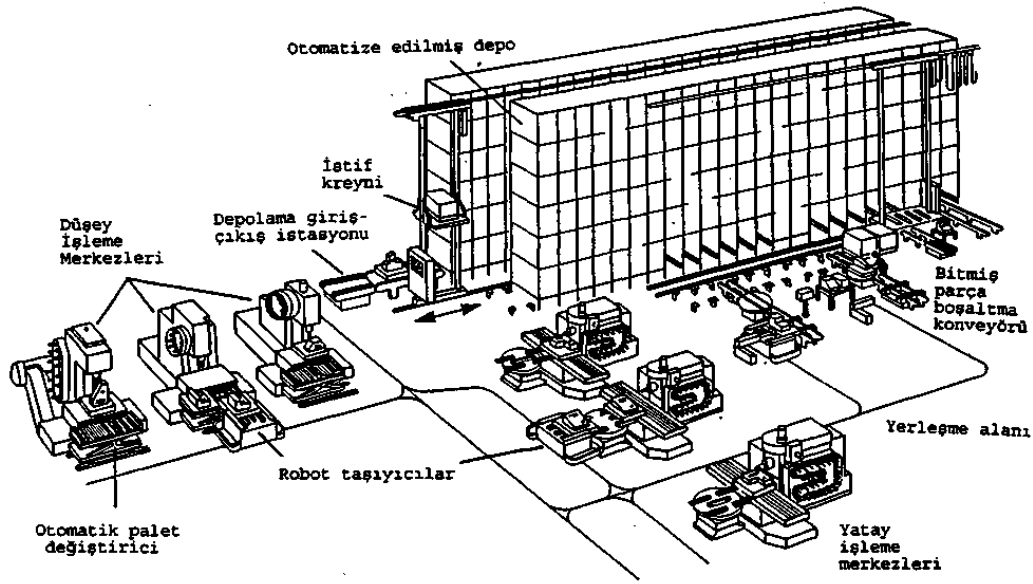
AGV sistemlerinin yönlendirilmesinde iki farklı yol bulunmaktadır:

1. Zemin üzerinde özel amaçlı bir boya ile (örneğin flosan parçacıkları içeren boya olabilir) boyanmış optik yol kullanılır. Araç özel yol üzerine kuvvetli bir ışık göndermekte ve böylece yolunu ayırt edebilmektedir.

2. Atölye düzeyine gömülmüş yalıtılmış bir telin kullanılması

Bu yöntemde yol takibi manyetik olarak sağlanmakta, bu amaçla aracın geçtiği yola teller döşenmekte ve aracın geçeceği zaman elektrik akımı verilmektedir. Böylece tellerin çevresinde bir manyetik alan oluşmakta ve araçların bu manyetik alanı algılayarak tam rotasında gitmesi sağlanmaktadır.

Otomatik depolama sistemi, ikişerli olarak sıralanmış ve aralarında boşluk olan depolar; iş parçalarının raflara taşınması, yüklenmesi ve boşaltılması işini gerçekleştiren ve raylar üzerinde hareket eden bir kreynden meydana gelir. Şekil 5.17’ de bir otomatik depolama sistemi ve taşıma işlemini gerçekleştiren bir kreyn gösterilmiştir.



Şekil 5.17. Bir otomatik depolama sistemi

7.5.3. Bilgisayarlı Kontrol Sistemi ve Yardımcı Donanımları

Bilgisayarlı kontrol sisteminin ana amacı, imalat programını istenilen süre, miktar ve kalitede gerçekleştirilmesidir. Bu amaçla kullanılan kontrol bileşenlerinin fonksiyonları şunlardır:

- CNC donanım kontrolü
- Malzeme taşıma donanımının kontrolü
- Sistem içindeki iş parçası hareketlerinin kontrolü
- Sistem performansının ölçülmesinde kullanılan bilgilerin kontrolü

İyi bir kontrol sistemi, iş parçası programlarını besler, yukarıdaki bütün kontrol faaliyetlerini gerçekleştirir, takım ömrü, iş parçasının ömrü, iş parçasının oluşumu gibi önemli bilgileri toplar ve sistem performansının izlenmesini sağlar.

Bütün bunları gerçekleştirebilmek için bilgisayarlar, arabirimler, alıcılar, görüntü ekranları, programlanabilir kontrolörler (PC) ve iletişim sistemleri kullanılmaktadır. Şu anda bir EIS' nin kontrolünü gerçekleştirmek için bir minibilgisayar yeterli olmaktadır.

Sistem kontrolünü gerçekleştirmek için kurulan kontrol odası, imalat sistemini çok iyi görebilecek şekilde dizayn edilmelidir. Bu durum sistem yöneticisine büyük kolaylık sağlar.

Şirket anabilgisayarı, stratejik kararlar alınmasında kullanılır. Yönetim bilgisi, sipariş verilerinin değerlendirilmesi, işgücünün yönlendirilmesi, EIS üzerinde dolaylı kontrol çalışmaları, bütün veri tabanının bakımı ve çalışma raporlarının hazırlanması gibi çeşitli faaliyetleri yerine getirir.

İş yerinin kontrolünde kullanılan diğer bir yöntem de kapalı devre televizyon sistemleridir. Bu sistemler sayesinde takım aşınması ve kırılmasının tespiti, işlem kontrol, takım seti montajı gibi bir çok işlem gerçekleştirilebilmektedir.

Bitmiş iş parçalarının kontrolünde, lazerli kontrol aletleri, görüntü sistemleri, yatay/dikey ölçü kontrol tezgâhları kullanılmaktadır.

5.6. Esnek İmalat Sistemlerinde Dizayn, Planlama, Sıralama ve Kontrol Problemleri

Esnek imalat sistemleri geleneksel imalat sistemlerinin problemlerine benzer fakat çözümler gerektiren problemler ortaya çıkarmaktadır. Bu problemler değişik açılarda ele alınmakta ve yöneylem araştırması teknikleri ile çözüm kavuşturulmaya çalışılmaktadır.

Çözüme ulaştırılmaya çalışılan ilk problem EIS' in belli bir uygulama alanı için uygun olup olmadığına karar vermedir. Bu kararı etkileyen teknolojik kısıtların yanı sıra maliyet analizinin keyfi sonuçlar verebilmesi sağlıklı bir çözüme ulaşabilmeyi güçleştirmektedir.

İlk karardaki tüm bu güçlüklerle rağmen, eğer yönetim esnek sistemlere geçmeye karar verirse planlamacıların karşılarına aşağıdaki problemler çıkacaktır.

5.6.1. EİS' de Dizayn Problemleri

EİS' nin dizayn aşamasında ortaya çıkan problemleri ilk belirleme kararları ve uygulama kararları diye iki gruba ayırmak mümkündür.

5.6.1.1. İlk Belirleme Kararları

a. Üretilen parça türlerinin veya üretim aralığının belirlenmesi

Fabrikada üretilen tüm parçalar içerisinde EİS' de üretilen veya montajı yapılacak parça türü alt kümesinin belirlenmesi.

Bu ilk belirleme kuşkusuz bağlayıcı bir etki taşımaz. EİS' in uyarlanabilir ve değişebilir olması ileride yeni parça türlerinin üretilmesinde de belli oranlarda imkân verecektir. Ne var ki bu ilk belirlemenin sonuçlarından kapasite ve işlev gerekleri ve buna bağlı olarak da gerekli makine zamanları ve kesme ekipmanları belirlemeye başlar.

b. Parçaların nasıl üretilceğinin belirlenmesi

Bu gözlemle sonuçta tezgâh tür ve adetlerinin ve gerekli robotların belirlenmesi gerçekleşir. Burada öncelikle her parça türü için bir proses planı çıkarılmalıdır. Her bir proses planı her bir operasyon için gerekli tezgâhları ve kesme şartlarını tanımlar. Bu bilgiler her bir operasyon için gerekli proses zamanlarının tayini için gereklidir.

c. Geliştirilecek EIS' nin türünün belirlenmesi

Tayin edilen esneklik oranları doğrultusunda, bu esnekliklere imkân verecek sistemler belirlenir.

d. Malzeme iletim sistemlerinin türünün ve kapasitesinin ve tespit edilmesi

e. Proses içi ambarların önce türlerinin sonrada boyutlarının belirlenmesi

Proses içi ambarlar konumlarına göre çeşitlilik gösterirler. Örneğin tek bir merkezi ambar ya da her tezgâh için küçük yerel ambarlar olabilir. Bazı sistemler ise ambarlara yer vermemekte, malzeme tezgâha alınana kadar malzeme iletim sisteminde kalmaktadır.

Ambar boyutlarında karar kılınırken, ambarlara ayrılacak alanın maliyeti ile tezgâhların malzemesizlikten dolayı aylak kalma maliyeti kıyaslanır.

f. Üretimin değişik safhalarını denetleyen bilgisayarlar arasında öncelik ve üstünlük kurallarının belirlenmesi

Söz konusu denetim yapısı hangi bilgisayarın hangi bilgisayarla iletişim halinde olduğunu belirler.

g. Uygun ürünleri pazarlayan firmaların tespit edilmesi.

7.6.1.2. Uygulama Kararları

a. EIS' nin yerleşim planının tespit edilmesi

Yerleşim planı malzeme taşıma sistemi ile birlikte tezgâhlar arası hareket süresini ve dolayısıyla tüm sistemdeki dolaşım zamanının belirlenmesini sağlar. Hareket süreleri ve mesafe bilgileri de uygun sıralama politikalarının belirlenmesinde önemli rol oynar.

b. Palet sayılarının belirlenmesi

Palet sayısı sistemdeki azami parça sayısını tespit eder. Gereğinden az paletle çalışmak sistemin düşük performansta çalışmasına, çok fazla palet ise haddinden fazla dolmasına sebep olacaktır.

c. Bağlama türlerinin ve her bir türde model ve sayılarının tespiti

Gerekli bağlama türlerinin geliştirilmiş veya yetersiz olması parçaların boş yere zaman

kaybetmelerine, gereğinden fazla teçhizat ise savurganlığa sebebiyet vermektedir.

d. EİS' nin işletme politikasını belirlenmesi

Denetim ve genel planlama hedefleri belirlenmesi EİS' nin istenilen şekilde çalışıp çalışmayacağını, fiziki yapısının uygun olup olmadığını tespit için gereklidir. Daha detaylı planlar, yükleme ve sıralama algoritmaları ise daha sonra geliştirilmelidir.

e. Sistemin yazılım ihtiyaçlarının belirlenmesi

Bu aşamada denetim yapısı, takım yönetimi, envanter kontrolü ve sıralama için yazılım hazırlanmalıdır.

5.6.2. EİS Planlama Problemleri

EİS planlama problemleri tanımı altında, EİS' nin parça üretmeye başlayabilmesi için verilmesi gerekli kararların oluşturduğu problemler incelenir. Sistem bir kere kurulduktan sonra sistemi çalıştırmakla ilgili problemleri ise sıralama problemleri olarak tanımlıyoruz.

EİS' de üretebileceğimiz parça çeşitlerinin bir alt grubunu oluşturan parçalar için üretim emri alındığında karşımıza şu planlama problemleri çıkar:

- Değişik boyutlardaki parça türleri arasında üretimleri hemen ve birbirleriyle eş zamanlı olarak başlatılabilecek parça türlerini bir alt grup olarak belirlemek
- Sistemde fazla mesaide üretilmesi düşünülen parçaların üretim oranlarının belirlenmesi
- Sınırlı sayıdaki palet ve bağlama mekanizmalarının seçilen parça türlerine tahsis edilmesi
- Seçilen parça türlerine ait operasyonlar ve bunlarla ilgili kesim takımlarının gruplandırılmış tezgâhlara tahsisi

5.6.3. EİS' de Sıralama Problemleri

Sıralama problemleri, planlama aşamasında düzenlenmiş EİS' nin gerçek zamanda çalışırken ortaya çıkardığı problemlerdir.

a. Seçilen parça türlerine ait parçaların sisteme optimum giriş sırasının belirlenmesi

Bazen parçalarının izafi oranlarda üretilmesi gerekir, (montajda olduğu gibi) bazı durumlarda ise periyodik bir giriş sırası bulmak uygundur. Aynı şekilde önceden belirlenmiş kesin sıraların uygun olduğu sistemler olduğu gibi, esnek ve gerçek zaman kararlarına bağlı sıralamaların uygun olduğu sistemler de vardır. Dolayısıyla sıranın belirlenmesi sistemden, sistem değişen ya da her bir özel hale bağlı bir problemdir.

b. Uygun yükleme metot ve algoritmaların geliştirilmesi

Klasik sıralama literatüründe geliştirilmiş sıralama metotları yöneticiye üretim hattının hâlihazırdaki durumundan ya da gerçek zaman verilerinden etkileşimsiz kararlar almada yardımcı olmaktadır. Hâlbuki EİS için gerçek zamanda ve üretim hattında alınacak kararlar

çok daha uygun olabilir. Böylece kararlar gerçek verilere (hangi makinenin arızalı olduğuna, hangi parçanın hangi makineyi beklediğine vs.) bağlı olarak verilebilir. Planlama aşamasında EİS dikkatle düzenlenmişse söz konusu gerçek zaman kararlarının uygulanması da kolaylaşır.

c. Aynı tezgah tarafından işlenmeyi bekleyen birden fazla parça varsa bu parçalar arasında öncelik kurallarının belirlenmesi:

Bu konudaki yaklaşım genellikle rast gele yükleme olmakla birlikte, dinamik bir sıra belirlemek veya bu sırayı periyodik kılmak sistem performansını yükseltir.

5.6.4. EİS’ de Kontrol Problemleri

Sistemin sürekli takibi ve üretimi gerekli miktarları teslim tarihlerine yetiştirecek şekilde devam edip etmediğinin izlenmesi ile ilgili problemleri kontrol problemleri olarak tanımlıyoruz.

a. Arızalar karşısında neler yapılacağının belirlenmesi

Burada, bir veya birden fazla makinenin arızası halinde sıralamada değişiklik yapıp yapılamayacağını, yapılması karar alındığında değişikliğin boyutunun ne olacağını belirleyen kurallar getirmek gerekmektedir.

b. Periyodik bakım kurallarının belirlenmesi

c. Üretim içinde yarı mamül ve mamül maddelerin kalite kontrol kurallarının belirlenmesi

5.7. Esnek İmalat Sistemlerinin Ekonomikliği

5.7.1. EİS’ lerin Ekonomikliği ile İlgili Özellikler

Bir EİS’ nin kurulması kararı üst seviyedeki yöneticiler tarafından verilir. Bu kararlar, birinci derecede uzun vadeli ve stratejik iş planlarıdır. Bir EİS bu planlama aşamasında, ekonomik yönden yargılanmalıdır. Çünkü:

- Bir EİS’ nin kurulması için yaklaşık iki yıl gerekir.
- Büyük bir sermaye yatırımı gerekir.
- Sermaye maliyeti, gelecekteki satış hacmi, ekonomik durgunluk ve kriz gibi çeşitli belirsizlikler vardır. Bu belirsizlikler, EİS’ nin uygulanmasını daha da kısıtlamıştır.

Bir EİS’ni değerlendirmede göz önüne alınması gereken faktörler, sistemin ilk yatırım maliyeti, esneklik, güvenilirlik, tezgâh kullanımı, iş parçasının maliyeti gibi faktörleridir. Burada temel zorluk, belirsiz kazançların değerinin bulunmasıdır.

EİS’nin değerlendirilmesinde, tamsayı ve programlama ve simülasyon modelleri kullanılmıştır. Fakat seçim ve değerlendirmeler için kabul edilmiş standart prosedürler yoktur.

EİS’ ne geçiş aşamasında maliyet, kalite ve zaman faktörlerinin optimizasyonu sağlanmalıdır. “Sistemden istenen nedir, yeni teknoloji ne sağlayabilir” sorularına cevap aranmalıdır. Sırf kullanmış olmak için EİS’ ne geçmenin para ve zaman kaybından başka bir şey olmadığı açıktır. Bunun yanında hızlı teknolojik değişim ve mamul ömürlerinin kısılması tezgahların

abuk demode olmasına neden olmaktadır. EİS’nde yer alan otomasyon ve esneklik kavramlarının ışığında, tüm sisteme etki eden iki ayrı karar türü ortaya çıkar:

- Stratejik karar
- Taktik karar

Stratejik karar: Uzun dönemde teknoloji değişimi, kaynak oluşturma, fabrika modernizasyonu, firma rekabet pozisyonu ve benzeri konularla ilgili karar türüdür. Bir EİS’ nin sağladığı stratejik faydalar aşağıda sıralanmıştır:

- Genel performans iyileşmesi
- Rekabet avantajı
- Kısa ömürlü mamullere uyarlanabilme yeteneği
- Mühendislik ve işletme uygulamalarının iyileşmesi
- Personel sorunlarının azalması
- Yeni mamulleri pazara çabuk sunabilme yeteneği
- Hisse senetleri değerlerinin yükselmesi

Taktik Kararlar: Kısa dönemde maliyetten kaçınma, stok miktarını düşürme, düşük yatırım maliyetleri ile ilgili olup mamul değişimine tepki gösterirler.

Günümüzde yönetim kademelerinde, birinci planda ele alınan karar türü taktik kararlar olmaktadır. Diğer bir deyişle, kar eşitliğinde uzun vadede gelir artırımını yerine maliyetin düşürülmesiyle ilgilenilmektedir. Bunun en önemli sebeplerinden birisi ise, yatırımın geri süresi ile ilgilidir.

5.7.2. Esnek retimde Geçiş Aşamasında Yönetimin Kararını Etkileyen Faktörler

EİS’ ne geçme kararı ile karşı karşıya kalan imalat işletmelerinin yönetim kademeleri, aşağıdaki faktörlerin etkisi ile kararlarını vereceklerdir. Bu faktörler:

- a. Teknoloji
- b. Finansal
- c. Üretim-pazarlama
- d. Endüstriyel ilişkiler
- e. Eğitim
- f. İşsizlik
- g. Bakım-onarım
- h. Yedek parça
- i. Rakip işletmeler
- j. Hükümet politikası

a. Teknoloji: Yönetimin esnek sistemine geçerken teknoloji çelişmeleri son derece ayrıntılı olarak incelenmesi gerekir. Bu inceleme özellikle esnek üretim asıl unsurlarını teşkil eden endüstriyel robotlar ve suni zekâ üzerinde yoğunlaştırılmalıdır. Ayrıca sistem bünyesinde kullanılacak bilgisayarlar üzerinde de önemle durulmalıdır.

b. Finansal: Esnek retim sistemine geçiş ile ilgili olarak verilecek karada, bu sistemin sağlayacağı mali kazançlar ve sistemin kurulması için yapılacak harcamalar incelenmelidir.

Esnek üretim sistemine geçmenin yol açacağı başlıca harcama kalemlerini şöyle sıralayabiliriz:

- Endüstriyel robotların fiyatı
- Endüstriyel robotların fabrikaya yerleştirilmeleri arasında yapılacak harcamalar
- Endüstriyel robot kullanımı sırasında gerekli olacak özel alet ve teçhizat ile ilgili harcamalar
- Endüstriyel robotların fabrikaya yerleştirilmeleri, nedeni ile üretimin durmasının sonucu olarak ortaya çıkacak olan maliyet
- Bilgisayarların maliyeti
- Esnek üretim sisteminde istihdam edilecek olan işçilerin tabi tutulacakları eğitim programlarının maliyeti
- Sistemin yürümesi sırasında yapılacak bakım-onarım harcamaları
- Esnek üretim sisteminde istihdam edilecek nitelikli iş gücüne ödenecek ücretler
- Bilgisayar programlarında yapılacak değişikliklerin doğuracağı maliyetler
- Sigorta prim ödemeleri
- Yatırılan sermayenin maliyeti
- Enerji maliyeti

Esnek üretim sisteminin doğuracağı mali kazançları ise şöyle sıralayabiliriz:

- İş gücü maliyetlerinde sağlanacak tasarruflar (aynı ve nakdi ödemeler birlikte dikkate alınmalıdır)
- Hammadde, yarı mamul madde ve malzeme kullanımında sağlanacak tasarruflar
- Üretim artıklarının azalması nedeni ile sağlanacak tasarruflar
- Kusurlu mal üretiminin azalması ve dolayısı ile kusurlu malları yeniden işleme tabi tutma maliyetlerinin azalması nedeni ile sağlanacak tasarruflar
- İşçilerin sağlıksız ve tehlikeli ortamlarda çalışmaları nedeni ile meydana gelen meslek hastalıklarının ve iş kazalarının yol açtığı harcamaların azalması
- Fiziksel mekanda sağlanan tasarruflar nedeni ile fiziksel mekan için yapılan harcamaların azalması
- Enerji tüketiminde sağlanacak tasarruf
- Kalite kontrol faaliyetleri ile ilgili harcamalardan sağlanacak tasarruf
- Stok maliyetlerinin azalması
- Vardiya değişimleri sırasında meydana gelen üretim duraklamalarının ortadan kalkmasıyla elde edilecek kazançlar
- Üretim süreci zamanının kısalması nedeni ile elde edilecek kazançlar
- Üretime geçmeden önce yapılan hazırlıklar nedeni ile harcanan zamanın kısalması sonucunda elde edilecek kazançlar
- Üretim miktarının ve üretimin kalitesinin yükselmesi nedeni ile elde edilecek kazançlar
- Hükümet tarafından tanınacak vergi muafiyetlerinin ve amortisman giderlerinin doğuracağı kazançlar

g. Bakım onarım

Esnek üretim sistemine geçecek işlemlerin bakım-onarım ve programlama sorunlarını nasıl çözüme kavuşturacakları hususunda çok dikkatli olması gerekir. İşletmelerin bu sorunların

üstesinden gelebilmeleri için üç seçenekleri vardır. Birincisi sistemi satın aldıkları işletmeden bakım-onarım ve programlama hizmetlerini talep etmek, ikincisi bu işlevleri yerine getirecek uzmanları bulup işletme bünyesinde istihdam etmek ve üçüncüsü de mevcut elemanları eğitmek suretiyle onlara gerekli nitelikleri kazandırarak bakım-onarım ve programlama işlerinin üstesinden gelmektir.

h. Yedek Parça

Esnek üretim sistemine geçecek bir işletmenin yedek parça sorununa büyük önem vermesi gerekir. Sistemin çalışması sırasında meydana gelecek arızalar ve bu parçaların süratle yenilenmemeleri halinde üretimde önemli aksaklıklar olacaktır.

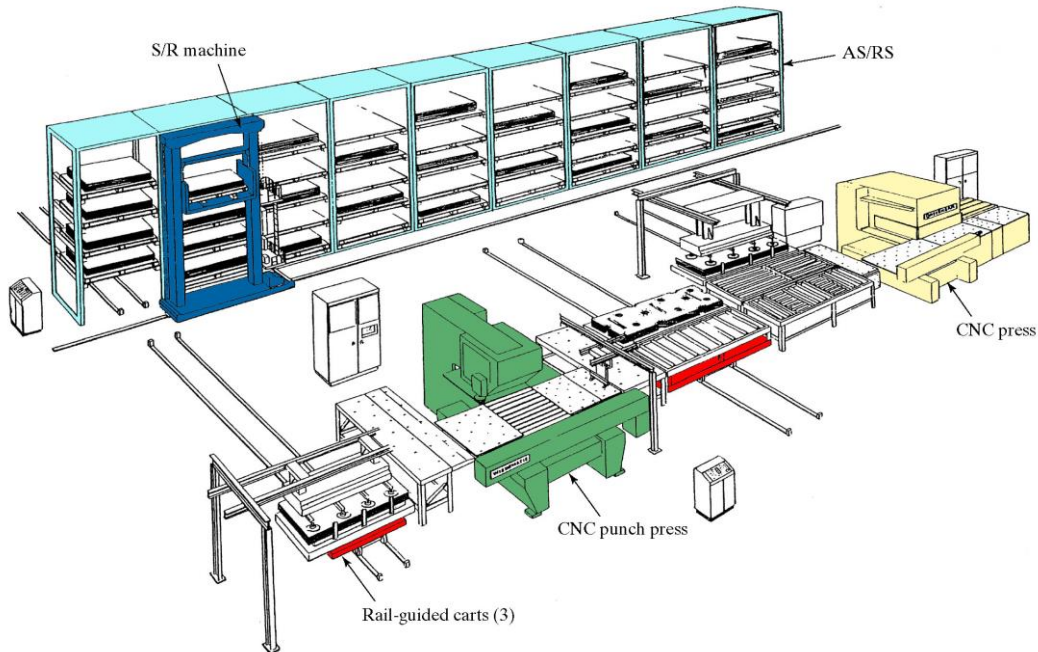
Bu nedenle yönetimin yedek parça temin etme olanaklarını çok hassas bir şekilde dikkate alması ve yedek parça stoklaması da gerekir.

i. Rakip İşletmeleri

Yönetimin rakip işletmelerin esnek üretim sistemine kullanımına geçiş ile ilgili eğilimlerini yakından takip etmesi gerekir. Eğer rakip işletmeler endüstriyel robot kullanımına süratle geçerler ve başarılıda olurlarsa oldukça zor bir durum ortaya çıkar. Bu nedenle yönetimin rakip işletmeleri yakın takip etmesi ve onlarda böyle bir eğilimin mevcudiyetini anladığı zaman, hemen harekete geçerek olayın gerisinde kalınması için gerekenleri yapması gerekir.

k. Hükümetin Politikası

Esnek üretim sistemine geçiş hususunda hükümetin yaklaşımı da değerlendirilmelidir. Hükümet hızlı amortisman, ucuz kredi, gümrük muafiyeti, işsizlik sigortası, eğitim gibi hususlarda alacağı kararlar ile bu yeni üretim sistemine geçişi hızlandırabilir veya yavaşlatabilir. Bu nedenle hükümetin kararları ve kararlarının yönü iyi analiz edilmeli ve hatta hükümetin bu konuyu doğrudan veya dolaylı olarak etkileyeceği kararlarının doğru ve sağlıklı olabilmesi için gerekli girişimler yapılmalıdır.



Şekil 5.18.Pres tezgahlarından oluşan esnek üretim sistemi

6. MALZEME İLETİM SİSTEMLERİ

6.1. Malzeme iletimine giriş

İnsanoğlu yaşamı boyunca iletim problemine çözüm getirmek için uğraşmıştır. Kendisinin ve yaşamı için gerekli olan malzemelerin iletim problemine çözüm aramıştır.

Haddehaneler
Süpermarketler
Fabrikalar
İnşaat sanayi
Kütüphaneler
Bankalar, vs.

Hep bir şeylerin hareket ettiği alanlardır.

Genel olarak, **malzeme iletimi** bu tür hareketlerin *ekonomik* ve *emniyetli* bir şekilde yapılması sanatıdır.

Daha kapsamlı bir tanımı da Malzeme Taşıma Enstitüsü (MHI) tarafından verilmiş olan tanımdır. Bu tanıma göre, “Malzeme taşıma, iş koluna ait yerleşim limitlerine göre ve makine veya ekipmanlar yardımıyla, yarı katı veya katı durumdaki hacimli ve paketlenmiş ürünlerin hareketlerine ait temel operasyonların tümünü kapsamaktadır.”

Malzeme iletimi şu beş unsuru içerir:

- Hareket
- Zaman
- Miktar
- Yer
- Kontrol

HAREKET:

Parçalar, hammadde, yarımamul veya mamul ürünler daima bir noktadan başka bir noktaya gitmek zorundadırlar. Malzeme iletimi bu hareketlerin en verimli şekilde yapılmasından sorumludur.

ZAMAN:

Bir üretim sürecinin her adımında, o adım için gerekli olan malzemeye o anda ihtiyaç vardır. Malzeme iletimi, üretimin aksamaması ve müşteri memnuniyetinin sağlanması açısından gerekli olan malzemenin, zamanından geç veya zamanından önce gerekli noktaya ulaşmamasından sorumludur.

MİKTAR:

Üretimin her aşamasında gerekli malzeme veya parça miktarı değişiktir. Malzeme iletimi, üretimin her noktasına gerektiği kadar (adet, kilogram, litre) malzemenin sürekli bir şekilde akmasından sorumludur.

YER:

Bir iş yerinde fiilen kullanılsın veya kullanılmasın yerin maliyeti vardır. Yere olan ihtiyaç ve onun kullanımı malzemenin akışı ile doğrudan ilişkilidir.

KONTROL:

Malzeme iletiminin *kontrol* unsuru vasıtasıyla:

- Malzeme takibi
- Malzeme tanımı
- Envanter yönetimi

yapmak kolaylaşır.

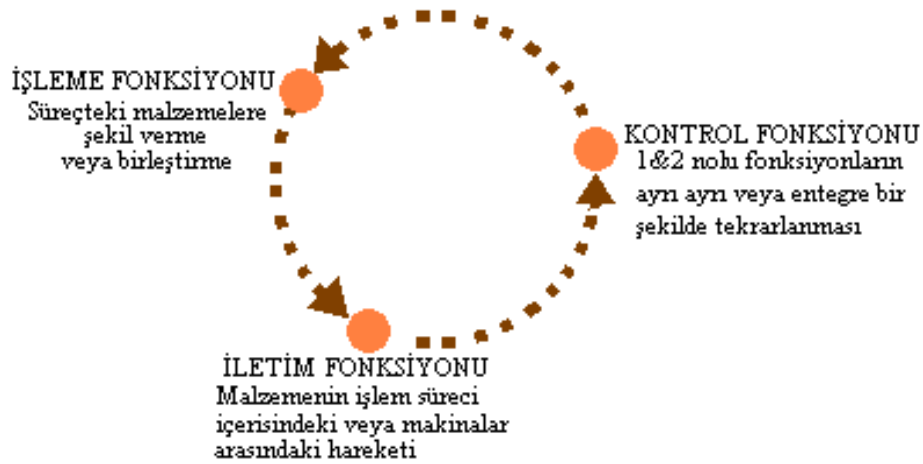
Malzeme iletiminin bütün bu unsurları birbirinden bağımsız olarak ele alınamaz. Birbirleriyle ilişkilidirler ve bir malzeme iletim sisteminin kalitesi bütün boyutların bileşkesine bağlıdır.

Malzeme iletim sistemleri, hareket ettirme, paketlenme, depolama ve kontrol etme işlemlerini kapsar.

6.1.1. Malzeme iletiminin sanayideki rolü

Üretim sürecinin herhangi bir boyutunda (ister tek bir makine, ister bir makine grubu, isterse fabrika boyutunda olsun) süreci belirleyen üç fonksiyon vardır.

- İşleme
- İletim
- Kontrol



Şekil 6.1. Üretim sürecini belirleyen fonksiyonlar

Buna karşılık **Malzeme İletiminin** ise iki fonksiyonu vardır.

- Hareket
- Depolama

Hareket: Makineler ve çevresi arasında, departmanlar arasında, binalar arasında, taşıyıcı makinelerin yüklenme ve boşaltılmasında, ve de makine üzerinde olabilir.

Depolama: Malzemenin (takımların ve diğer teçhizatların), yukarıda bahsedilen hareketin başlama ve bitme noktaları civarında depolanması veya muhafaza edilmesi fonksiyonudur. Tabii bitmiş ürünün de depolanması bu fonksiyonun bir parçasıdır.

Üretim, malzemenin *şekil* değiştirmesini sağlayan fonksiyonları içerirken, malzeme iletimi *zaman* ve *yer* yaratma fonksiyonlarını içerir.

6.1.2. Malzeme iletim faaliyetleri ve fonksiyonları

Bir Malzeme İletim sorumlusunun ilgi alanına giren faaliyetlerden bazıları:

1. Paketleme - tedarikçide
2. Paketleme (koruma)-tedarikçide
3. Yükleme-tedarikçide
4. Kullanım yerine sevkıyat
5. Firma dışındaki hareketler
6. Boşaltma faaliyetleri
7. Teslim almak
8. Depolamak
9. Malzeme tevzii
10. İşlem sürecindeki hareketler
11. İşlem sürecinde depolama
12. İş istasyonundaki hareketler
13. Departman içi hareket
14. Departmanlar arası hareket
15. Firma içi hareket
16. İlave işlemler için hareketler
17. Paketleme
18. Satış mağazalarındaki depolama
19. Ambalajlama-kutulama
20. Yükleme ve sevkıyat
21. Müşteriye sevkıyat
22. Firmalar arası hareketler

Tabi ki işyerinin tipi ve iştigal sahası, bu faaliyetlerden hangisinin yapılması gerektiğini ve malzeme iletiminden sorumlu personelin görevlerinin derecesini belirleyen faktördür.

Malzeme İletimi *tesis planlama*'nın ayrılmaz bir parçasıdır.



Şekil 6.2 Tesis planlama ile malzeme iletim sistemi arasındaki ilişki

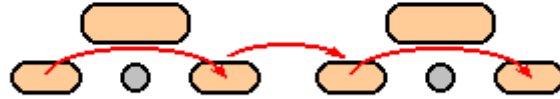
- ✓ Makine alanında malzeme akışı
- ✓ Üretim hattındaki malzemenin hareketleri
- ✓ Departman içi malzeme hareketleri. Her departman kendine özgü bir Malzeme İletim sistemine ve otomasyona sahip olabilir. Her departmanın malzeme iletiminin genel sisteme entegrasyonunda farklılıklar olabilir.
- ✓ Departmanlar arası malzeme hareketleri
- ✓ İş yeri içerisindeki malzeme hareketleri

- ✓ Firmalar arası malzeme hareketleri
- ✓ Şirketler arası malzeme hareketleri
- ✓ Genel organizasyon ağı içerisindeki malzeme hareketleri

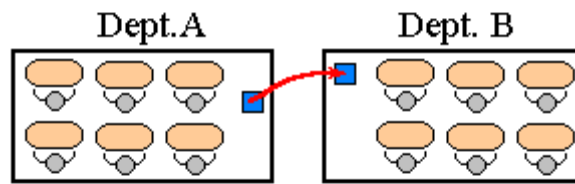
1. Makina



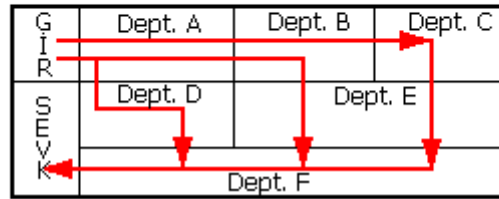
2. Hat



3. Departmanlar arası



4. Firma içi



Şekil 6.3. Malzeme İletiminin ulaştığı boyutlar

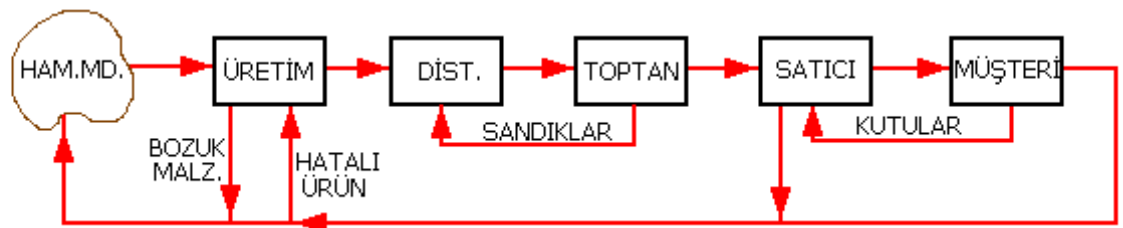
5. Firmalar arası



6. Şirketler arası



7. Sistem



Şekil 6.4. Malzeme İletiminin ulaştığı boyutlar (devam)

6. Paketleme, ambalajlama ve iletim metotlarının test edilmesi
7. Malzeme iletim şartnameleri ve standartları
8. Malzeme iletim ekipmanlarının fizibilitesi
9. İletim ve depolama amacına yönelik teçhizatın seçimi
10. Yardımcı ekipmanın değerlendirilmesi ve seçimi
11. İletim ekipmanının bakım onarım talimatı
12. Firma içi iletim, depolama, paketleme ve sevkiyat için kutular/sandıklar
13. Malzeme ve ürünün zarar görmesinin önlenmesi
14. Personelin ve ürünün emniyeti
15. İletimden sorumlu operatör ve diğer sorumluların eğitimi
16. Mevcut sistemin geliştirilmesi için arayışlar
17. Malzeme iletim maliyetlerinin hesabı ve kontrolü
18. Teçhizatın, metotların ve prosedürlerin güncelleştirilmesi
19. Bilgi akışının temini

6.1.3. Malzeme iletiminin etkilediği faktörler

- İletimin maliyetinin azaltılması
- İletim zamanının azaltılması
- Depo ve ambar gibi alanların kullanılmasında ekonomiklik sağlanması
- Üretimin arttırılması
- Malzeme envanterinin azaltılması
- Malzeme hasarının azaltılması veya tamamen ortadan kaldırılması
- Personel tarafından taşınan malzemenin kaza ihtimalinin azaltılması
- İşgücü çalışmalarının azaltılması veya ortadan kaldırılması suretiyle çalışma şartlarının geliştirilmesi
- Kullanılan malzemelerin kontrollerinin kolaylaştırılması
- Mamulün müşteriye ulaştırılmasının kolaylaştırılması

6.1.4. İyi bir malzeme iletiminin hedefleri

Hepimiz işimizi kolaylaştırmak gücümüzü arttırmak amacıyla yardımcı aletler kullanırız. Sanayi devrimi ve fabrika sisteminin keşfiyle yardımcı aletler konusundaki arayışlar artarak devam etmiştir. Gelişen fabrika sistemleri içerisinde artan işçi maliyetlerini azaltmanın başlangıç noktası malzeme iletimindeki işçiliğin azaltılması olmuştur. Zira bu tür işçilik ürünün maliyetini arttırırken katma değeri sıfır olmasa bile en az olanıdır. Bugün bile malzeme iletim sistemlerinin geliştirilmesi için geçerli nedenlerin başında işçilik maliyetlerinin düşürülmesi gelir.

Buna karşılık gelişen teknoloji sayesinde doğrudan işçilik oranları çok düşürülmüştür.

- ✓ 11% elektrikli aletler üreten bir firmada
- ✓ 7% araba motorları üreten bir firmada
- ✓ 4% plastik boru veya hortum üretiminde
- ✓ 4% tuvalet malzemesi üreten bir firmada

Malzeme iletim sisteminin iyileştirilmesi geliştirilmesi için başka hedefler de vardır:

6.1.5. Malzeme İletimi'nin hedefleri:

1. *Maliyet düşürme*
2. *Kapasite artırma*
3. *Çalışma şartlarını geliştirme*
4. *Ürünün satılabilirliğinin artması*

1. MALİYET DÜŞÜRME

Maliyet düşürmenin genelde iki amacı vardır:

- ✓ Malzeme iletim maliyetlerini düşürmek (depomala faaliyetleri de dahil)
- ✓ İyi bir Malzeme İletim sistemi ile toplam maliyetlerin düşürülmesi. *Bu Malzeme İletim harcamalarının artması demektir. Önemli olan toplam maliyetlerin düşürülmesidir.*

Maliyet düşürülmesi için şu konularda **azalma** sağlanmalıdır:

- Malzeme iletim işçiliği
- Malzeme iletim içerisindeki doğrudan işçilik
- Özellikli işe özellikli eleman
- Malzeme iletimi içerisindeki dolaylı işçilik.

Sevkiyat ve teslim almadaki personel, üretim kontrol personeli, takım ve depo sorumlusu, kalite kontrol, bakım onarım v.s. gibi

- İyi bir malzeme iletim sistemi ile atıklarda ve malzeme hasarlarında
- Bürokrasi ve bu amaçla çalışan personelde. İyi bir Malzeme İletim sistemi daha az kontrolü gerektirir.
- Üretimin hızını arttırarak sistemde dolaşan malzemede
- Yardımcı veya ek malzemelerde. (Ambalaj malzemesi, koruyucu malzeme gibi)

2. KAPASİTE ARTTIRIMI

Malzeme iletimindeki yatırımları haklı göstermek için üretimin artması ve buna bağlı olarak yeni yer ihtiyacı en fazla gösterilen nedenler arasındadır. Malzeme iletiminin iyileştirilmesi kapasite artmasına da neden olur, zira:

- a. **Yerden Tasarruf:** Modern depolama imkanları ile artık “hava”yı bile değerlendirmek mümkün. İçeri dolu iken üst üste konulabilen içleri boşken de düz hale gelen raflar.

İletim sistemleri özellikle de vinçler, konveyörler, kullanılmayan alanlara kurularak yer kazanılabilir. Örneğin, üretim alanının üstündeki alan bu şekilde değerlendirilebilir. Bu sistemler bina dışına alınabilir, yer altında pasajlar yapılarak değerlendirilebilir.

- b. Yerleşim Planının İyileştirilmesi ile Zaman ve Yer tasarrufu:** Üretim sürecinin aşamaları sırasında malzeme akışını, hacmini, yolu, ve de zamanı iyice inceleyerek iletim süresini kısaltmak mümkündür.

Ambarlarda “hızlı hareket” eden parçaları bir birine yakın depolamak sevkiyat için gerekli toplama süresini kısaltacaktır. Böylece birim zaman içerisinde yapılan üretim/iş artmış olacaktır. Bu da kapasite demektir.

- c. Üretim Araçlarının Verimli Kullanımı :** Malzeme iletimindeki hatalar nedeniyle (malzemenin zamanında gelmemesi veya boşaltılmaması gibi) üretimde kullanılan makinelerin pek çoğu tam kapasitelerinde kullanılamazlar. Malzeme İletiminde yapılacak iyileştirmelerle makineleri daha yüksek kapasitelerde kullanmak mümkündür. (mekanizasyon veya otomasyon gibi).
- d. Ortak Kullanılan İletim Araçlarının daha hızlı yüklenmesi veya boşaltılması:** Kütle konveyörleri gemilerin, şileplerin, veya benzeri iletim araçlarının boşaltılmasında kullanılarak bu araçların hareket halindeki sürelerini arttırmak ve bekleme sürelerini kısaltmak mümkündür.

3. ÇALIŞMA ŞARTLARININ İYİLEŞTİRİLMESİ

- a. Çalışanların, Malzemenin ve Aletlerin emniyeti:** İyi bir Mİ sistemi ile bütün bunların sağlanması mümkündür. Örneğin Ford iletim sistemini mekanize hale getirerek iş kazalarını yarıya indirmiştir. Bu da sigorta masraflarının, kaza maliyetlerinin, kaza nedeniyle kaybolan zamanın kısılması demektir.
- b. İş Kolaylaştırma:** Ağır, kuvvet veya kas gücü gerektiren işler genelde erkekler tarafından yapılmaktadır. Halbuki Mİ’inde yapılacak iyileştirmelerle işin gerektirdiği kuvvet veya güç bertaraf edilerek kolaylaştırılabilir. Böylece malzeme akışının düzensizliği ve sürekliliği sağlanmış olur.
- c. Basitleştirilmiş İşler:** Basitleştirme sayesinde daha az vasıflı hatta vasıfsız işçilerin kullanılması olanak dahiline girer. Buda işçilik ücretlerinin düşmesi anlamına gelir ki bir kazançtır.
- d. Hata İhtimalini Sıfırlama:** Operatörlerin zaman zaman kafalarının karışması nedeniyle yanlış noktalara yanlış ve eksik malzemelerin gittiği bir gerçektir. Bu tür yanlışları ortadan kaldıracak Mİ sistemlerinin geliştirilmesi mümkündür. (Kimya/boya sektörü gibi)

4. ÜRÜNÜN SATILABİLİRLİĞİNİN ARTMASI

İyi bir Malzeme İletim sistemi müşteri nazarında ürünün değerini arttırabilir. Örneğin:

- a. Hızlı Hizmet:** Müşteriye süratle ulaşmak, onun istediği zamanda malı teslim etmek rakiplere karşı üstünlük sağlayacak hususlardır. Bunun gibi avantajlar siparişlerin alınmasında çok büyük önem arz eder. Çoğu zaman bu tür avantajlar fiyat avantajının da önüne geçebilir.

- b. **Müşterinin masraflarının düşürülmesine yardım:** Birim yük kavramının iyi anlaşılması ve geliştirilmesi sayesinde müşterinin nakliye masraflarında azalmalar olacaktır. Bu aynı zamanda tedarikçi firmanın da masraflarında azalmaları getirecektir. Örneğin, büyük konteynerle sevkiyat hem birim nakliye maliyetini düşürecek hem de gerektiğinde kapalı bir depolama imkanı sağlamış olacaktır.
- c. **Yüksek Teknolojik İmkanlar İmaj artırır:** Teknolojisi yüksek üretim müşterileri her zaman cezbeder. Çoğu müşteri fabrikayı gezerken gördüklerinden etkilenir ve siparişi gerçekleştirir. Bu tür firmalar medyada daima ön plana çıkarak gündemde kalırlar.

KISACASI, MALZEME İLETİM SİSTEMLERİ SADECE İŞÇİLİĞİ AZALTMAK İÇİN GEREKLİ MEKANİZMALAR OLARAK DÜŞÜNÜLMEMELİDİR.

6.1.6. Malzeme iletiminin amaçları

Malzeme iletim sisteminin amacı; ham maddeyi, prosesteki işi, biten parçaları, malzemeleri, ekipmanları bir yerden başka bir yere taşımak ve üretimdeki operasyonları beslemektir. Malzeme iletimi güvenli, ucuz, zamanında, doğru yerde, doğru miktarda ve iletilen malzemelere hasar vermeden yapılmalıdır.

Malzeme kontrolünde, malzeme iletim sistemindeki malzemelerin bilinmesi de önemlidir. Bir fabrikanın operasyonlarında, malzemenin ilk bulunduğu yer, şu anki yeri ve gelecekteki yerinin bilinmesi önemlidir.

Bir malzeme taşıma sisteminin, doğru bir şekilde planlanması ve incelenmesi temelde iki faktöre bağlıdır. İlki, daha önce de belirtildiği gibi malzeme taşıma maliyetlerinin, üretim maliyetlerinin büyük bir kısmını oluşturmasıdır. İkincisi ise, malzeme taşıma sisteminin, içinde bulunduğu tesisin tasarımını ve operasyonlarını etkilemesidir. Bu iki faktör, malzeme taşıma sisteminin temel amaçlarını ortaya çıkarmaktadır. Buna göre, malzeme taşıma sisteminin amaçları aşağıda verilmiştir:

1. Gerektiği yerde ve gerektiği zamanda malzemeleri temin ederek malzeme akış etkinliğini arttırmak,
2. Malzeme taşıma maliyetlerini azaltmak,
3. Tesis kullanım oranını arttırmak,
4. İş güvenliği ve çalışma şartlarını geliştirmek,
5. Üretim proseslerini kolaylaştırmak,
6. Prodüktiviteyi arttırmak,
7. Yüksek esneklik sağlamak,
8. Malzeme ve bilgi akışı bütünlüğünü geliştirmek.

6.1.7. Mİ sistemlerinin sınırları ve eksileri

İyi bir mühendislik çalışması, tavsiye edilmesi düşünülen sistemin *eksilerinin* de incelenmesini gerektirir. Malzeme İletim sistemlerinin de eksileri vardır:

- a. **İlave bir yatırım-ilave bir masraf:** Yeni bir Mİ sistemi veya eldekinin iyileştirilmesi için harcanacak paranın işletme için en iyi harcama olduğunun gösterilmesi gerekir. Elde edilecek artıların gerekçesi yeni sistemin daha mekanik olacağı değil; *eldeki sistemin en iyi halinden daha iyi bir sistem* olacağının gösterilmesi gerekir.
- b. **Esneklik:** Kısıtlı bir ürüne, miktara, veya üretim hızına göre yapılan, tasarlanan sistemler yeteri kadar esnek olmazlar. Dolayısıyla, sorulması gereken soru; yeni sistem yeteri kadar esnek mi? Kısa sürede de ekonomik olarak devreye alınabilir mi? Değilse ileride değiştirme durumu ve bunun alacağı zaman hesaplamalar sırasında düşünülmelidir. En azından sistemin yenilenmesi için geçecek süre içerisinde kendisini amorti etmiş olacağının bilinmesi gerekir.
- c. **Arızalanma ihtimali:** Bir Mİ sistemi genelde mekanik elektrik-elektronik parçalardan ve kontrol gereçlerinden meydana gelir. Bu nedenle de zaman zaman bozulacaktır. Bu durumda ne olacaktır. Tamir edilene kadar geçecek süre içerisinde işler nasıl yapılacaktır. Böyle durumların boyutu büyükse gerekli tedbirler alınmalıdır. Tabi bunların da maliyete eklenmesi gerekir.
- d. **Bakım Onarım:** Çok elemanlı, mekanizasyonu yüksek sistemler daha fazla bakım onarım gerektirirler. Bu da ilave kalifiye personel veya dış hizmet talebi demektir. İlave yedek parça stoku demektir. Bunlar da maliyeti arttıran unsurlardır. Bu gibi sistemler periyodik bakım gerektirirler.
- e. **İlave Ekipman Maliyeti:** Her sistemde bazı ilave ekipmanlara gereksinim vardır. Örneğin bir forklift kullanılması düşünülüyorsa bunun için gerekli gücün temini, LPG ile çalışıyorsa farklı bir gaz depolama sistemi, ilave emniyet tedbirleri gibi. Forklift için paletlere ihtiyaç vardır. Bunlar hep ilave masraflardır.

6.1.8. Malzeme iletiminin önemi

Bir kuruluştaki malzeme iletiminin gerçek boyutunun ölçülmesi çok zordur.

Tipik bir fabrikada malzeme iletiminin önemini gösteren bazı rakamlar:

- ✓ Toplam işçi sayısının 25%'i
- ✓ Fabrika alanının 55%'i
- ✓ Toplam üretim süresinin 87%'i
- ✓ Üretim maliyetinin 15-70%'i

Görüldüğü, **maliyetler** içerisindeki etkisi son derece büyüktür.

Malzeme İletiminin boyutu tahmin edilenlerden çok daha fazladır. Tabi ki, gerçek boyut çok zaman alıcı ve detaylı bir inceleme sonucu ortaya çıkacaktır.

Bir Mİ mühendisi (endüstri mühendisi) gerekli özen ve özveriye göstererek firmasındaki malzeme iletiminin gerçek boyutunu tespit etmeli ve kâra dönüşebilecek bir yatırımın gerekçelerini yönetime izah edebilmelidir. Bu bir mühendisin kendisini göstermesi için **altın değerindeki fırsattır**.

6.1.9. Tesis planlama ve malzeme iletiminin amaçları

Tesis planlama ve Malzeme İletiminin çalışma alanları gibi amaçlarında da ortak yönler vardır. Aşağıdaki listede tesis planlamanın bazı amaçları ve onların altında da aynı paralelde Malzeme İletiminin amaçları belirtilmiştir:

1. Üretimi kolaylaştırmak

- Yeterli malzeme akışı
- Üretimde darboğazların yok edilmesi
- Müşteriye süratle sevkiyat

2. Malzeme iletimini asgariye indirmek

- Büyük birim yük
- Malzemenin hasar görmemesi
- Malzemenin iyi kontrolü
- Otomasyon veya mekanizasyon

3. Yerleşimde ve operasyonlarda esneklik

- Malzeme iletimi metotlarının ve ekipmanlarının esnekliği
- Malzeme iletimi sisteminin koordinasyonu
- Gelişmeye uygun sistemler

4. Yarımamülün süratle işlenmesi

- Daha kısa üretim süreleri
- Sabit üretim hızı

5. Ekipmana yatırımı azaltmak

- Makinelerin boşa geçen sürelerini azaltmak
- Operasyonlar arası malzeme hareketlerini azaltmak

6. Yerden tasarruf, etkin kullanım

- Alan ve hacmi en iyi şekilde kullanmak
- Üretim/m²/çalışan oranını arttırmak
- Zemini kullanmayan malzeme iletim sistemlerinden yararlanmak

7. İnsan gücünü en etkin şekilde kullanmak

- Elle taşımayı azaltmak
- Taşıyıcı konteynerlerin etkin kullanımını sağlamak

8. Çalışanların işe uygunluğunu, emniyetini ve rahatını sağlamak

- Emniyetli çalışma ortamları
- Fiziki yorgunluğun azaltılması
- Çalışanın rahatlığının temini

6.1.10. Tesis planlama ve malzeme iletiminin ilişkisi

Tesis planlamanın etkin bir şekilde hazırlanması malzeme iletiminden sorumlu kişilerle yakın bir işbirliğinin bulunmasını gerektirir. Bu işbirliği Şekil 7’de gösterilmiştir.

Şeklin sol tarafında planlamanın adımları veya plan içerisinde büyük önem taşıyan konular gösterilmiştir.

Sağ taraftaki kolonlar ise Malzeme İletiminde önemli 10 noktayı göstermektedir. Kolonlardaki ☒ işaretleri ise ilgili planlama adımında yapılması gereken veya faydalı olacak malzeme iletim işlemlerini göstermektedir.

Tablo 6.1. Tesis planlama ve malzeme iletimi arasındaki ilişkiler

STEPS IN PLANT LAYOUT	Factors in Material Handling Planning									
	Material			Move			Method			
	Characteristic 1	Quantity 2	Scope 3	Source & Destination 4	Route 5	Frequency 6	Speed or rate 7	Unit load 8	Equipment 9	Manpower 10
1 Procedure and analyze basic data										
Production quantities		☒				☒	☒	☒	☒	☒
Drawings, specifications, etc.	☒									
Production processes				☒	☒	☒				
Production standards						☒	☒			
Number of machines etc.					☒				☒	
Manpower requirements									☒	☒
2 Determine material flow pattern										
Assembly, operating, process and other charts				☒	☒					
Building specifications	☒	☒	☒					☒	☒	
General flow pattern types	☒	☒	☒						☒	
Activity relationships	☒	☒	☒						☒	
Flow pattern	☒	☒	☒						☒	
3 Establish space requirements										
Storage space	☒	☒		☒				☒	☒	☒
Service activity space									☒	☒
Production space				☒	☒					
4 Allocate activity areas										
Flexibility and expansion	☒	☒		☒					☒	
Area allocation diagram		☒	☒	☒						
5 Design material-handling system										
General material handling methods	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
Equipment types	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
Specific handling methods	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
6 Plan individual work area methods										
General materials flow				☒	☒	☒			☒	
Flow through work areas				☒	☒	☒				☒
Work area layouts					☒	☒			☒	☒
7 Coordinate planning activities										
Layout planning chart				☒	☒					
Flow diagrams-major activity areas			☒	☒	☒					
Relations to master plan			☒	☒	☒				☒	
Service area relationships			☒	☒	☒				☒	☒
8 Construct master layout										
Relationship to land available			☒	☒	☒				☒	☒
Column spacing and aisle locations	☒			☒	☒				☒	
Final layout				☒	☒				☒	
Plot plan			☒	☒	☒				☒	☒
9 Evaluate layout										
10 Install layout										

Bir kuruluştaki Malzeme İletimi ile fiziki yapı arasında birebir ilişkiler vardır:

- **Kuruluş Mevkii:** Pek çok sanayii tesisinin kuruluş mevkii malzeme iletimi ile doğrudan ilişkili olarak seçilir. Örneğin, çelik endüstrisi gibi ağır sanayi kuruluşları, alüminyum tesisleri, cam sanayii, ağır kimya tesisleri, çimento sanayii gibi kuruluşlar iletim kolaylığı açısından ham maddenin temin edildiği yörelerde kurulurlar.
- **Taşımacılık:** Tabii ki bu konu Mİ ile direkt bağlantılıdır. Tek tip taşıma sistemi olan kuruluşların problemleri çeşitli taşımacılık sistemini kullanan kuruluşlara nazaran çok daha az ve basittir.
- **Tesis Planı:** Bir tesisin yerleşim planının malzeme iletim maliyeti üzerinde çok önemli etkisi vardır. Bu nedenle de tesis planlamanın malzeme akışını göz önünde bulundurarak yerleşim planını ona göre yapması gerekir. *Bir başka deyişle, malzeme akışı yerleşim planının başlangıç noktası olması gerekir.* Malzeme iletim sistemi binanın inşaatından önce projelendirilmelidir.
- **Bina Projesi:** Kolonlar arası mesafeler, koridorların genişliği, zeminin depolama kapasitesi ve yüzey özellikleri, havayı konveyörlerin konumu, zaman içerisinde yapılabilecek değişikliklere imkan sağlama, kapılar, yükleme alanları, asansörler v.s.

6.2. Malzeme iletimi analizi

Yüksek ve artan rekabet ortamı, maliyetlerdeki yükselmeler bütün kuruluşlarda yönetimleri maliyetleri düşürme yollarını aramaya zorlamaktadır. *Malzeme iletimi daha öncede belirtildiği gibi tasarrufa en açık konuların başında gelmektedir.*

Bununla beraber, bu konudaki tasarruflar halen pek çok kuruluştaki olduğu gibi rasgele, gelişigüzel, veya tesadüfi yollardan elde edilemez. Malzeme iletimi dinamik bir mühendislik alanıdır. Bu alandaki teknolojik gelişmeler, yeni araçlar ve ekipmanlar kuruluşlardaki malzeme iletimi sorumlularını devamlı olarak yeni çözümler üretme konusunda motive etmektedir.

6.2.1 Malzeme iletimi sistem tasarımında genel amaç

Şirketleri veya organizasyonları bir canlının vücuduna benzetirsek, malzeme iletimi bu vücudun her hücresine gerekli malzemeyi taşıyan *kan dolaşım* sistemidir.

Malzeme iletiminin ayrılmaz bir parçası olan iletişim sistemi de *sinir sistemini* oluşturur ve bütün bilgilerin sistemin *beyni* olan kontrol noktasına ulaşmasını sağlar.

Bu nedenle, bir **malzeme iletim sistemi** tasarlanırken amaç **en düşük maliyetli** olan **DEĞİL** ama **bütün ihtiyaçları en verimli ve etkili** bir şekilde **sağlayan**ın tespitidir.

Malzeme iletimi ile ilgili çalışmaları üç grupta toplayabiliriz, bu aynı zamanda malzeme iletiminin tarihsel gelişimini de yansıtır: (1) *Geleneksel yaklaşım*, (2) *modern yaklaşım*, ve (3) *çağdaş yaklaşım*.

(1) Geleneksel yaklaşım: Fabrika içerisinde herhangi bir A ve B gibi iki nokta arasındaki malzeme iletim probleminin çözümü ile uğraşmak. Malzeme iletim sorumlusu bu iki nokta arasında en iyi malzeme iletim yöntemini uygulamaya çalışır. Problemler teker teker ve birbirinden bağımsız olarak ele alınmakta aralarındaki ilişkiler göz ardı edilmektedir.

(2) Modern yaklaşım: Malzeme iletimini fabrika boyutunda ele almak. Bu yaklaşım, malzeme iletiminin parçaları arasındaki ilişkileri inceleyerek genel bir çözüme ulaşmaktır.

Böylece fabrika içerisinde *entegre bir Malzeme İletim* yöntemine ulaşılmış olur. Bugün pek çok kuruluş bu yaklaşımı uygulamaktadır.

(3) Çağdaş yaklaşım: Bu aynı zamanda *sistem* yaklaşımı olarak da bilinir. Bu nedenle Malzeme İletimi'nin boyutu şu hizmetleri de kapsar:

- Tedarikçi ve fabrika arasındaki malzeme hareketleri*
- Fabrika alanında ve içerisindeki malzeme hareketleri*
- Ürünün dağıtımıyla ilgili malzeme hareketleri*

Bütün sistemin ele alınıp tasarlanmasından sonra Mİ mühendisinin görevi öncelikli ve pratik olan parçalardan başlayarak sistemi oluşturmaktır.

Bu yaklaşımda, Mİ mühendisi firmaya ham madde veya benzeri malzemeyi temin eden tedarikçilerle yakın işbirliği içerisinde olmalı ve her iki tarafı da ilgilendiren konular üzerinde ortak çözümler üretmelidir.

Benzer bir çalışma da çıkan ürünün dağıtımı için fabrika ile önemli müşteriler arasında yapılmalıdır.

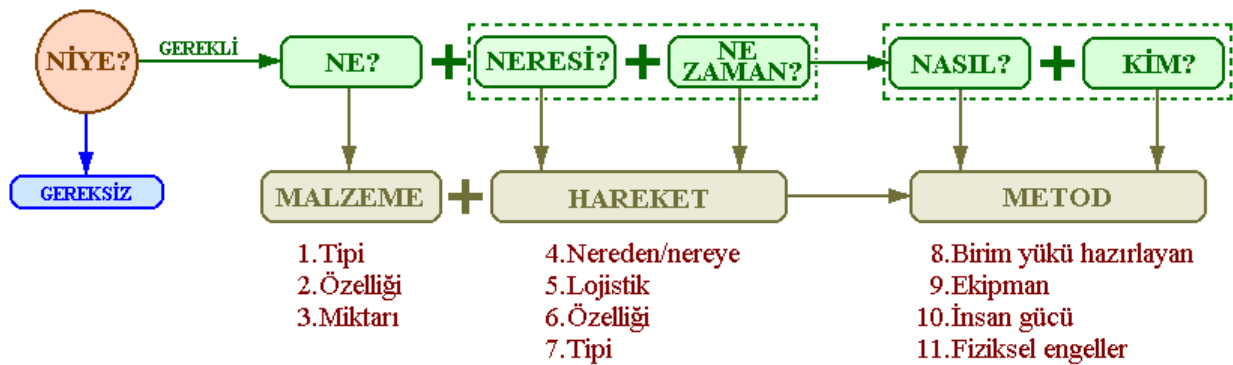
6.2.2 Malzeme iletim denklemi

Bir Malzeme İletim probleminin çözümüne “*bu işi yapabilecek bir makine vardır, acaba hangisidir?*” diye başlamak en sık yapılan hatadır. Zira, bu probleme tersten başlamaktan başka bir şey değildir. Problemin kendisinden ziyade cevapla başlamak demektir!

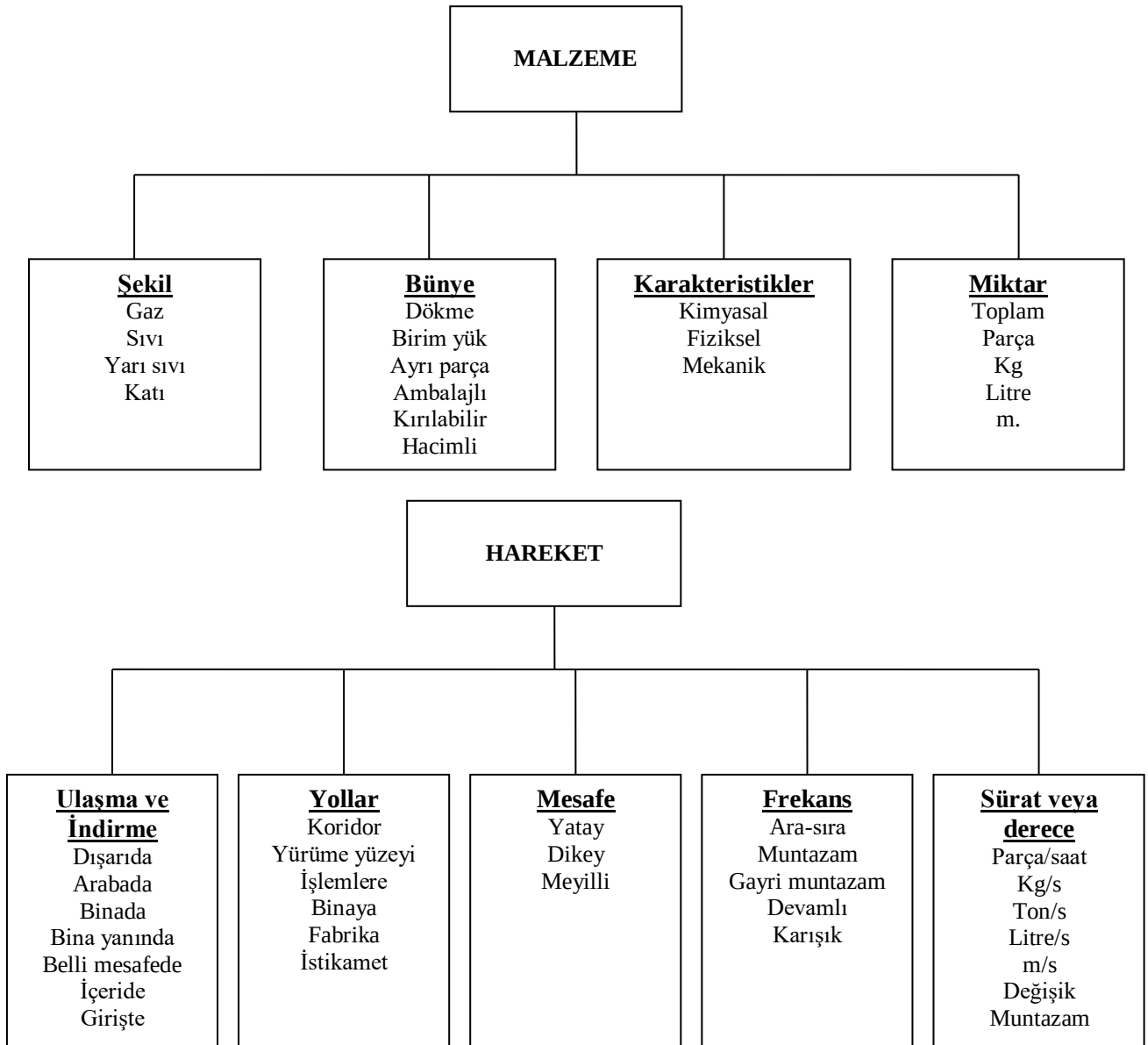
Karmaşık olmayan, basit ve de çok yararlı yol ise **Malzeme iletim denklemi** olarak adlandıracağımız yaklaşımın uygulanmasıdır. Malzeme iletim sisteminin denklemi aşağıdaki gibi formüle edilmiştir.

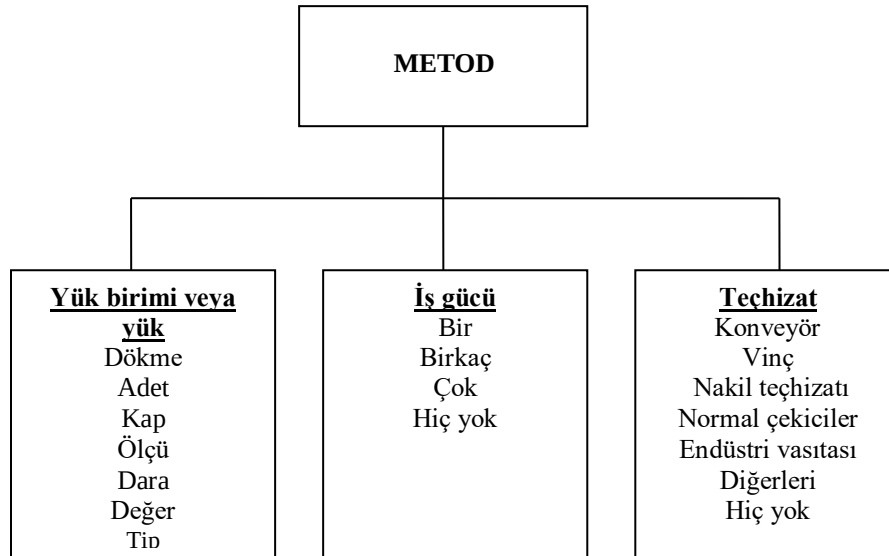
$$\text{Malzemeler} + \text{Hareketler} + \text{Metotlar} = \text{En iyi sistem}$$

Şekil 6.7’de şematik olarak gösterilen bu denklem altı kısımdan oluşmaktadır.



Şekil 6.7. Malzeme İletim Denklemi





“NİYE?”

Pek çok etkin problem çözümünde olduğu gibi, ilk sorulması gereken soru “NİYE?” olmalıdır. “Bu işlem *NİYE* yapılıyor? Zira pek çok malzeme hareketleri gerektiği için değilde birileri onu o şekilde başlattığı için yapıla gelmiştir. Bu soruya cevap “*gereksiz*” ise problem o anda çözülmüş demektir.

- İletim *NİYE* gerekli?
- Yapılan işlem *NİYE* bu tarzda yapılmalıdır?
- Yapılan işlemler *NİYE* bu sıralama ile yapılmalıdır?
- Malzeme *NİYE* bu şekilde gelmektedir?
- Malzeme *NİYE* bu şekilde sevk edilmektedir?
- Malzeme *NİYE* bu şekilde paketlenmekte veya ambalajlanmaktadır?

“NE?”⇒MALZEME

İkinci olarak sorulması gereken soru “NE?” sorusudur. İlgili bazı sorular:

- NE* iletiyoruz?
- İletilen malzemenin büyüklüğü *NE*?
- İletilen malzemenin şekli *NE*?
- İletilen malzemenin ağırlığı *NE*?
- İletilen malzemenin adedi veya sayısı *NE*?
- NE* gibi alternatifler vardır?
- Alternatiflerin avantajları, dezavantajları ve maliyetleri *NE* dir?
- Muhtemel gelecek *NE* dir? Gelecekte *NE* olması bekleniyor?
- NE*’ler mekanize olmalı *NE*’ler otomatikleşmelidir?
- NE*’ler manuel olarak yapılmalıdır?
- NE*’ler hiç yapılmasa da olur?
- Benzer problem yaşayan firmalar *NE*’lerdir?
- Alternatiflerin değerlendirilmesine *NE*’gibi kriterler kullanılmalıdır?
- İstisnai durumlar *NE* olabilir?

Ne sorularının en önemlisi “**NE’yi iletiyoruz**” sorusudur. Zira bu sorunun cevabı ile iletim cihazı tipi yaklaşık olarak belirlenmiştir diyebiliriz.

Öncelikle **birincil** ve **ikincil** dereceli malzemeler ayırt edilmelidir. Örneğin; yağ dolu bidonları, 50kg.’lık şeker torbalarını, karton ambalajlar içerisindeki elektrik motorlarını ele alalım. Bu durumda,

- ☞ Yağ birincil, buna karşılık bidonlar ise ikincil malzemedir.
- ☞ Şeker birincil, torbalar ise ikincil malzemedir.
- ☞ Elektrik motorları birincil, karton kutular ise ikincil malzemelerdir.

Buna göre, örneğin; sadece bidonların nakli konusuna çözüm aranmamalı probleme aynı zamanda sıvıların nakli olarak yaklaşılmalı ve boru hattı, tanker, “lastik balon” gibi çözümler de düşünülmelidir. Benzer mantıkla şeker, motor veya diğer paketlenmiş malzemelerin iletimi de geniş kapsamlı olarak ele alınmalıdır.

BİR ÖRNEK:

Büyük bir kimyevi kuruluş Güney sahillerinden yaptığı sevkıyatta büyük problemler yaşamaktadır. Bidonlarla yaptığı bu malzeme iletim problemini çözmek üzere holdingin lojistik sorumlusu görevlendirilir.

Görevli kişi limana gider ve incelemelerde bulunur. Bu noktada lojistik sorumlusu bidonların içerisinde ne olduğunu sorar. Görevli “Seyreltilmiş Asit” der. Bu cevap üzerine her ikisi de sevk ettikleri şeyin aslında çoğunlukla “su” olduğunu farkederek. Asitin yoğunluğunun artırılarak sevk edilmesi halinde maliyetlerin düşeceği açıktır. Örneğin iki misli yoğunluktaki asitin sevk edilmesi nakliye yarıya indirecektir. Böylece Mersin Limanından İstanbul limanına da gereksiz su nakliyesi ortadan kalkacaktır.

O ana kadar kimse **NE iletiyoruz** sorusunu sormayı akıl etmemiştir.

Neyi iletmek istediğimizi anladıktan sonra sormamız gereken malzemenin hangi formda sevk edileceğidir. ***Halihazırdaki form doğru mudur? Yoksa formda değişiklik yaparak daha kolay bir iletim yöntemi bulunabilir mi?***

Örneğin; gazların ve sıvıların boru hatlarından pompalanarak sevk edilmeleri, en azından kısa mesafeler için, daha ekonomiktir. Akışkan malzeme her türlü şekle girebilir ve kendilerini iletmek için kullanılacak kaplardan daha az hacim kaplar.

İlave bir işlemin malzeme iletimini kolaylaştırıp kolaylaştırmayacağı da araştırılmalıdır. Yukarıdaki örnekte olduğu gibi, yoğunluğu yüksek asitin nakliyesi ve seyreltme işleminin nihai noktada yapılması gibi.

İletilmek istenilen malzemenin belirlenmesinden sonra sorulabilecek bir başka soru da ***malzemenin şeklinin değiştirilmesinin iletim problemini kolaylaştırıp kolaylaştırmayacağıdır.*** Örneğin, metal levhaların rulo halinde sevk edilmeleri plaka halinde sevk edilmelerinden daha kolaydır.

Bir başka örnek ise, malzemenin yarı monte halde sevki. Örneğin, ziraat traktörlerinin kabinlerinin ve tekerlerinin demonte edilerek sevki gibi.

Başka bir soru “***Malzemenin boyutunu değiştirmek işimizi kolaylaştırır mı?***”

Fiziki boyutların değiştirebilinmesi halinde iletim problemi kolaylaşabilir mi? Bunun için

olabilecek engellerin incelenmesi gerekir, kapıların yeri, büyüklüğü, tavan yüksekliği, kapıların boyutları, makine yeri, v.s. gibi.

Örneğin, bir şirket kullandığı çelik malzemelerin boyutlarını 6m. den 12 m'ye çıkartarak

- ✓ Malzeme iletimini yarıya indirmiş
- ✓ Kalite kontrol süresini kısaltmış
- ✓ Artık malzeme miktarını azaltmıştır.

Böylece yıllık tasarrufu 30,000 YTL'ye ulaşmıştır.

NE sorusunun cevabı malzeme iletimindeki bir başka kavramı da gündeme getirir. **Birim yük** kavramı.

Birim yük her hangi bir malzemeden aynı anda taşınabilecek en büyük miktara denir.

“NERESİ?”⇒HAREKET

İletilecek malzemenin katedeceği yolun tarifi ve analizinin iyi yapılması gerekir. Bunun için de

- ✓ Hareketin başlangıç noktası **NERESİ?**
- ✓ Ulaşılabilecek nokta **NERESİ?**
- ✓ Malzemenin izlemesi gereken yol **NERESİ?**
- ✓ **NERE**lerdeki işlemler kaldırılabilir, birleştirilebilir veya basitleştirilebilir?
- ✓ Malzeme **NERE**de depolanmalı?
- ✓ Yol üzerindeki engelleri ortadan kaldıracak bir iletim ekipmanı var mı?
- ✓ Yolun yeniden tarif edilmesi iletim işini kolaylaştırır mı?
- ✓ Başlangıç noktası ve/veya ulaşım noktası değiştirilerek kolaylık elde edilebilir mi?

“NE ZAMAN?”⇒HAREKET

İletim denkleminin hareket kısmı ile ilgili ikinci sorusu ise **NE ZAMAN** dır. Bu sorunun cevabının içeriği

- ✓ Malzemenin hacmi/miktarı,
- ✓ Birim zaman içerisindeki geliş ve çıkış sayısı, frekansı,
- ✓ Hız, sürat, tempo
- ✓ Yöntem,

gibi konuları kapsar.

İletim sırasında her türlü dalgalanmalar maliyet unsuruyla yakından ilgilidir. Personel ve ekipman seçimi sırasında bu dalgalanmaların göz önüne alınması gerekir. Az sayıdaki personel veya düşük kapasiteli ekipmanlar iletim sırasında dar boğazların oluşmasına neden olurlar.

Müşterinin sipariş çizelgeleri de incelenmeli ve gerekirse onların da bu terminlerde değişiklikler yapması istenmelidir.

“Denklem”imizin bu kısmının amacı, malzeme iletiminin düzgün ve düzenli olmasını sağlamaktır. *Yapılan en büyük hata “NE ZAMAN” sorusunu atlayarak “NASIL” sorusuna geçmektir.*

“NASIL?”⇒METOD

Malzeme iletiminde **hareketle** ilgi “**NEREDE**” ve “**NE ZAMAN**” soruları ile bunların alt soru grupları iletilecek malzemenin miktarını, frekansını, ve kaynaktan başlayıp ulaşması gereken nihai noktaya kadar takip edeceği yolu belirlediği gibi malzeme iletiminin temel konuları olan:

Doğru malzemenin,

Doğru yere,

Doğru yönde,

Doğru halde/biçimde,

Doğru miktarda,

Doğru zamanda

ulaşmasını **kimin** temin edeceğini ve bunu **nasıl** yapacağını yani **metodun** belirlendiği noktaya gelmemizi sağlar. Bunlara ilave talepler malzeme iletiminin hangi seviyede kontrol edileceğinin tespitine yönelik olacaktır.

“**KİM?**”⇒**METOT**

Malzeme iletim denkleminin son sorusu “**KİM**” gerekli insan gücünü belirleyecek sorudur:

Malzeme iletimini **KİM(ler)** yapacak?

Sistemin tasarımında **KİM(ler)** görev alacak?

Tasarımın değerlendirmesini **KİM(ler)** yapacak?

Sistemin kurulmasında **KİM(ler)** görev alacak?

Sistemi **KİM(ler)** denetleyecek?

Tasarıya teklif vermek üzere ihaleye **KİM(ler)** davet edilecek?

Eldeki Malzeme İletim problemiyle daha önceleri **KİM(ler)** karşılaşmışlardır?

ÖZET:

Malzeme İletim Denklemi: iletilmesi istenilen **MALZEME**’nin ve yapılması gereken **HAREKET**’in çok iyi etüt edilmesinin şart olduğunu ancak bundan sonra **METOD** ile ilgili çalışmaların yapılması gerektiğinin önemini vurgulamaktadır.

Tabii ki, hangi metodun uyarlanması gerektiğinin belirlenmesinde pek çok faktör vardır. Bu faktörlerin bir kısmı **MALZEME** ile, bir kısmı **HAREKET** ile bir kısmı da kullanılacak ekipman ile veya **METOD** ile ilgilidir.

Sonuç olarak, bir malzeme iletimi probleminin çözüm süreci

(1) **MALZEME**’nin **özelliklerinin**,

(2) gerekli olan **HAREKET**’in **gereksinimlerinin**,

(3) **METOD** veya ekipmanın **yetenekleri** ile tam bir uyum içerisinde olmasını sağlamaktır.

ÖRNEK 1: Şişeleme tesisinde tankerle gelen suyun depolanması

Niye = Şişelere dolum için suya ihtiyacımız var

Ne = Su

Nereye = Tankerden 50 metre uzaklıktaki depoya

Ne zaman = Günde beş kere, tanker geldikçe

Kim = Depo sorumlusu

Nasıl = Pompa ve hortum

ÖRNEK 2: 20 ton sacın tırdan tesis içerisindeki depoya nakli.

Niye = Bidon üretmek için saca ihtiyacımız var

Ne = 20 ton (1m×3m×2mm) boyutlarında sac

Nereye = Tırdan tesis içerisindeki depoya (*Rulo halinde sacın gelmesi daha uygun olacaktır*)

Ne zaman = Haftada bir

Kim = Depo sorumlusu

Nasıl = Köprü vinç-havai vinç

6.3. Malzeme iletim prensipleri

Prensip bir konuda uzun sürede elde edilen tecrübelerle dayanan ve ilgili konuda artık sorgulanmaksızın uygulanması gereken ve bunların sayesinde de sistemin daha verimli çalışacağı kabul edilen kurallardır.

1. Planlama prensibi
2. Sistem prensibi
3. Standardizasyon prensibi
4. İş ve basitleştirme prensibi
5. Ergonomi prensibi
6. Birim yük prensibi
7. Yer kullanım prensibi
8. Mekanizasyon/ otomasyon prensibi
9. Çevre prensibi
10. Ekonomik ömür prensibi
11. Malzeme akış prensibi
12. Yer çekimi prensibi
13. Ekipman seçimi prensibi
14. Esneklik prensibi
15. Ölü-ağırlık prensibi
16. Hareket prensibi
17. Boşta geçen zaman prensibi
18. Bakım onarım prensibi
19. Eskime-modası geçme prensibi
20. Kontrol prensibi
21. Kapasite prensibi
22. Performans prensibi

Bu prensipleri şimdi daha detaylı olarak ele alacağız.

6.3.1 Planlama prensibi

Planlama, herkesin tereddütsüz üzerinde anlaştığı ve her türlü projede de uyulması gereken bir prensiptir. Bunun için de en başta ihtiyaçlar, beklentiler, amaçlar, fonksiyonlar ve özellikleri çok iyi tespit edilmelidir.

Bütün iletim ve depolama işlemleri en yüksek verimle çalışacak şekilde planlanmalıdır.

Plan, sistemi kullanacak bütün grupların ortak çalışması olmalıdır.

Büyük projeler bir takım işidir. Bu nedenle planın hazırlanma aşamasında iyi bir takım oluşturulmalı, mühendisler, bilgisayar ve enformasyon teknolojisi uzmanları, finans bölümü sorumlusu, operasyon sorumlusu, teknik danışmanlar ve müşteri temsilcileri dahil edilmelidir.

Plan, ürün ve süreç geliştirme, süreç planlama, ve Mİ mühendislerinin eş zamanlı çalışmasını teşvik etmelidir.

Plan, firmanın stratejik amaçlarına ve ihtiyaçları ile uyumlu olmalıdır.

Planlama Prensibi ile ilgili tavsiyeler

Malzemeyi doğrudan döşeme üzerine koymaktan kaçınılmalı, palet veya benzeri ekipman kullanılmalı.

Makinenin çevresinde giren ve çıkan ürün için yeterli stok alanı bulundurulmalı.

Aynı tip kap, sandık konteynır kullanılmalı. Çeşit asgariye indirilmeli.

Döşemenin, kirişlerin yük taşıma kapasitelerini, tavan yüksekliklerini, kolon aralıklarını iyi planlanmalıdır.

Eldeki yapının şartlarına azami uyum sağlanmalı, ancak şart ve pratik olan değişiklikler planlanmalıdır.

Makine ve çevresinde kolay iletim sağlanabilmesi için gerekli alan ayrılmalı.

Operatörlere kullanım kılavuzları hazırlanmalı

Ürünün paketlenme işlemine mümkün olduğunca erken başlanmalı

Atıkların toplanması planlanmalı

Makine ve çevresinde, ürünün ve atıkların konacağı yerler ayrı olmalıdır.

Malzeme iletim halinde iken gerekli muayene ve benzeri işlemlerinin yapılabilmesi planlanmalıdır.

Bazı işlemler birleştirilerek malzeme hareketi asgariye indirgenmelidir.

Manuel taşımacılık akıllıca planlanmalıdır.

Yürüyüş miktarının minimize edilmesi planlanmalı

Ekonomik hareket prensiplerine uyulmalıdır.

6.3.2 Sistem prensibi

*Mümkün mertebe malzeme iletimi depolama faaliyetleri ile de entegre edilmelidir ki, muayene, kalite kontrol, depolama, üretim, montaj, paketlenme, sevkiyat, ve nakliye faaliyetleri de dahil edilerek bir **sistem** oluşturulsun.*

Malzeme iletim araçlarının bir biri ile uyum içerisinde çalışması sağlanmalıdır. Örneğin, kutular paletlere, paletler raflara, paletler yükleme araçlarına, paletler makina ve çevresine uyumlu olmalı. Bu da **sistem** anlayışının bir parçasıdır.

Malzeme iletim sistemi tedarik zincirini de içermelidir. Bu nedenle tedarikçiler, ara üreticiler, distribütörler ve müşteriler sistemin içerisinde dahil edilmelidirler.

Üretimin her aşamasında ve dağıtım ağı içerisinde envanter seviyesi asgariye indirilmelidir. Bunu yaparken üretimin ve müşteri hizmetlerinin aksamaması sağlanmalıdır.

Malzeme akışı ile bilgi akışı da entegre edilmelidir ve eş zamanlı çalışmalıdır.

Malzemenin ve ürünün kolaylıkla tanınmasını sağlayan metotlar uygulanmalıdır. Böylelikle, malzemenin veya yarı mamul ürünün sürecin hangi aşamasında, nerede olduğu, ve nereye gitmesi gerektiği kolaylıkla tespit edilebilecektir. Bu tedarikçilerimiz ve müşterilerimiz için de kolaylık sağlayacaktır.

Sistem Prensipleri ile ilgili tavsiyeler

Malzeme iletim problemi olduğu alandan daha geniş bir alan içerisinde düşünülmelidir.

Makinalar arasındaki iletim de göz önünde bulundurulmalıdır

İletim sistemine bazı üretim faaliyetleri entegre edilmelidir. Örneğin; işleme, muayene, paketleme gibi

Acil durumlarda kullanılabilecek alternatif metotlar düşünülmelidir.

Malzeme, üretim noktalarına doğrudan iletmeli ara depolama işlevlerinden mümkün olduğunca kaçınılmalıdır. Zira ara depolama malzemenin ikinci kez iletilmesini gerektirecektir.

Tedarikçilerle, müşterilerle ve taşıyıcılarla fikir alış veriş içerisinde olunmalıdır.

Gelecekte oluşabilecek değişiklikler göz ardı edilmemeli. Gerekli üretim artışları, ürün ve süreç değişiklikleri gibi konularda esneklik sağlanmalıdır.

6.3.3 Standardizasyon prensibi

Malzeme iletiminde metotların, ekipmanların, denetimin, ve yazılımların, kendilerinden beklenen özellikleri ve esnekliği sağlamaları kaydıyla, standart olmalarına dikkat edilmelidir. Modüler sistemlerin esneklik açısından büyük avantajları vardır.

Ekipman seçimi ve standardizasyonu ilk alım fiyatları göz önünde bulundurularak yapılmamalıdır. Unutmayın ki, bu ekipmanların alım maliyetlerinin yanında bir de işletim maliyetleri de vardır.

Standardizasyon metot ve ekipmanda daha az çeşit ve özel hal demektir.

Standardizasyon, malzeme iletiminde kullanılan kaplar için olduğu kadar işletim talimatları ve ekipmanlar içinde söz konusudur.

İleride olabilecek değişiklikleri de düşünerek, değişik şartlar altında değişik işlevler üstlenebilecek ekipmanlar seçilmelidir.

Standart, esnek, ve modüler olma özellikleri uyum içerisinde olmalıdır.

Standardizasyon Prensibi ile ilgili tavsiyeler

Standart boy kaplar, v.s. kullanın,

Yükleme ve boşaltma yerleri standart boyutlarda olmalı,

Paletler taşıyıcılarla, ürünlerle, raflarla ve diğer ekipmanlarla uyumlu olmalı,

Standart balyalama şekilleri seçilmeli,

Standart şekil ve boyutlardaki ekipmanlar seçilmelidir,

Standart hale getirilen metotlar belirlenmeli ve bunlara ait kullanım kılavuzları hazırlanmalı

Çalışanların standart hale gelmiş olan metotlar konusunda eğitilmesi gerekir.

6.3.4 İş ve basitleştirme prensibi

Her alanda olduğu gibi, malzeme iletiminde de verimlilikten ve sistemden beklenen hizmetin kalitesinden ödün vermeksizin işlemler basitleştirilmelidir.

Bir malzeme iletiminde *iş* iletilen malzeme miktarının (m^3/s , kg/s , $adet/s$) katedilen yol (m) ile çarpı cinsinden ifade edilir.

Her malzeme indirimi, bindirimi, depoya giriş, ve depodan çıkış ayrı bir işlem olarak ele alınmalı ve kat edilen toplam *mesafenin bir parçası* olarak düşünülmelidir.

Bazı işlemlerin azaltılması, birleştirilmesi veya ortadan kaldırılması malzeme iletimindeki *iş*i azaltacaktır.

Mümkün olduğunca malzemenin hareketi için *maliyeti olmayan* yer çekimi kuvvetinden faydalanılmalıdır. Bunu yaparken emniyet faktörü konusunda ve malzemenin hasar görmemesi için tedbirler alınmalıdır.

Basitleştirme prensibi genel bir kural olup fabrika içerisinde geçerli olduğu gibi fabrika dışarısındaki taşımacılık için de geçerlidir.

Basitleştirme prensibinin uygulanması tesis planlama aşamasında göz önünde bulundurulmalı; üretimde kullanılan makineler malzeme akışına uygun şekilde yerleştirilmelidir. Bu, malzemenin iletim sırasında katettiği yolu dolayısıyla da *iş*'i azaltacaktır.

BASİTLEŞTİRME PRENSİBİNİ UYGULARKEN ŞU SORULARA CEVAP ARANMALIDIR.

Bu iş yok edilebilir mi? Bu ilk sorulması gereken sorudur; zira, pozitif bir cevap çok şey kazandıracaktır. Malzeme iletimindeki pek çok iş, işlemlerin birleştirilmesi sayesinde yok edilebilir.

Eğer yok edemiyorsak, maliyetleri düşürmek amacıyla söz konusu hareketi başka hareketlerle ***birleştirebilir miyiz?*** Birim yük kavramı bu konuya yardımcı olmak için geliştirilmiştir. Örneğin, iki parçayı birlikte iletmek teker teker iletmekten yarı maliyetinedir. Çoğu zaman malzeme iletim sisteminin veya bazı kısımlarının otomasyonu hareketi minimize edecektir. Örneğin; konveyörler gibi

Eğer yok edemiyor ve birleştiremiyorsak, kat edilen yolu azaltmak amacıyla işlemlerin sırasını değiştirerek malzemenin ***rotasını değiştirebilir miyiz?*** Daha az yol malzeme iletim maliyetlerini düşürecektir.

Eğer yok edemiyor, birleştiremiyor veya rotayı da değiştiremiyorsak basitleştirebilir miyiz? Basitleştirmek bir işi daha kolay yapmak demektir. Pek çok taşıma aracı ve ekipmanı işin yapılmasını büyük oranda kolaylaştırır. Örneğin;

- a. Taşıma yerine araba kullanma

- b. Kamyondan indirilen kutuların içeri taşınması için makaralı konveyör kullanımı
- c. İki tekerli çek çekler
- d. Çeşitli el aletleri veya özel takımlar
- e. Eğimli kanallar, oluklar
- f. Masuralı masalar
- g. Mekanizasyon
- h. Otomasyon

6.3.5 Ergonomi prensibi

İnsan yeteneklerinin, kuvvetinin, gücünün ve sınırlarının her işte olduğu gibi malzeme iletim sistemlerinin ve araçlarının tasarımında da göz önünde bulundurulması gerekir. Görev tariflerinin hazırlanmasında da aynı durum geçerlidir. İnsan emniyeti ve rahatı ön planda tutulmalıdır.

Ergonomi iş ve iş şartlarının, çalışanların yeteneklerine ve imkanlarına göre planlanmasını yapan bilim dalıdır.

Mİ sistemi, çevresi ve de ilgili ekipmanları insana zarar vermeyecek şekilde olmalıdır.

Ergonomik prensipler, sadece fiziki işlevlerle değil aynı zamanda zihinsel işlevlerle de ilgilidir.

İşçinin yapması gereken monoton, tekrar eden ve güç gerektiren çetin işleri yapan veya ortadan kaldıran araç ve ekipmanların kullanılmasına dikkat edilmelidir.

6.3.6 Birim yük prensibi

Birim yük, aynı anda birden çok parçanın taşınması demektir. Birim yükün boyutu büyüdükçe (parça sayısı arttıkça) birim parça iletim maliyeti düşecektir. Birim yük uygulaması tedarik zinciri içerisinde her seviyede kullanılmalıdır.

Birim yük, malzemenin tek bir parça gibi paletler üzerinde, kutularda, ve kaplarda depolanması ve/veya taşınması kavramıdır. Böylece malzeme daha hızlı ve düşük birim maliyetle nakledilmiş olur.

Parçaların teker teker toplanıp bir araya getirilip sevk edilmesi onların teker teker sevkinden daha az iş ve güç gerektirir.

Gerçekte de bir üretim hattının pek çok noktasına hammadde olarak gelen ve ürün olarak çıkan ve de birim yük şeklinde sevk edilebilecek malzeme zaten mevcuttur.

Birim yükün küçük tutulması pek çok üretim stratejisiyle de uyum içerisinde. Örneğin, esneklik, süreklilik, JIT, v.s. gibi. Birim yükün küçük olması yarı mamul envanterinin düşmesine ve daha kısa parça çıktısı zamanı oluşmasına neden olur.

Birim Yükün Dezavantajları

Birim yükü oluşturma/ayırma maliyetleri

Dara (kutuların, paletlerin kendi ağırlıkları gibi)

Boşların ne olacağı

Kapasitesi daha büyük makinelere olan ihtiyaç ve gerekli yer sorunu

Birim yük'e geçmeden önce *avantaj* ve *dezavantajların* iyi gözden geçirilmesi gerekir. Birim yük oluşturulmasında kullanılan en yaygın yöntem *palet* kullanımıdır. Pek çok şeyi paletlerin üzerine yerleştirip ambalaj şeritleri veya naylon sargılar kullanarak birim yükü oluşturabiliriz. Değişik malzemelerden yapılan paletler vardır:

- Karton paletler $\Rightarrow$ 1\$, her biri bir kere kullanılır.
- Plastik paletler $\Rightarrow$ 4\$, her biri 20 kere kullanılır.
- Tahta paletler $\Rightarrow$ 20\$, her biri 100 kere kullanılır.
- Çelik destekli paletler $\Rightarrow$ 150\$, her biri 2000 kere kullanılır.

Birim Yük Prensibi ile ilgili tavsiyeler

İletilen malzemenin her hareketi birim yük oluşturmak düşüncesiyle detaylı bir şekilde incelenmeli

Tedarikçilerden malzemenin birim yük halinde sevki istenmeli

Pazarlama bölümü ile beraber çalışarak birim yükün boyutlarını büyültmeye çalışılmalı

Kutu, kap, v.s., gibi malzemeler kullanarak birim yükün sağlamlığı ve emniyeti sağlanmalı

Standart malzemeden yapılan standart boyutlardaki kutu ve kaplar kullanılmalı

Palet düzeni, paletlerin ve stok alanlarının verimli kullanımını sağlayacak şekilde oluşturulmalı

Yükün boyutları, taşıyıcı makine ve teçhizatın boyutları ve kapasitesiyle uyumlu olmalı

6.3.7 Mekan (yer) kullanımı prensibi

Bir sanayi kuruluşunun, bir antreponun elinde bulunan kullanım alanı son derece maliyetli alanlardır. Dolayısıyla da etkin ve verimli bir şekilde kullanılmalıdırlar. Kullanılmayan alan boşa harcanmış para demektir. Maliyetleri arttırır.

Malzeme iletimi ve stok yeri olarak kullanılacak yer üç boyutlu olup hacim olarak ele alınması gerekir. Malzeme iletiminin hedefi var olan bu hacmi azami bir şekilde kullanmaktır. Bu sayede yeni hacim satın almaya veya kiralamaya gerek kalmayacaktır.

Stok bölgelerinde amaç stok yoğunluğunun malzemelere erişilebilirlik ve ayırt edilebilirlik gereksinimleriyle uyum içerisinde olmasıdır.

Bina içerisinde malzemelerin taşınması amacıyla baş üstündeki bölgeden yararlanılmalıdır. Malzemenin, bu bölge kullanılarak iletimi zeminin üretim için daha verimli kullanılmasını sağlar.

Mekan Kullanımı Prensibi ile ilgili tavsiyeler

Makineleri ve işlemleri bir birine yaklaştırılmalı (çok değil)

Geçici stoklar ve malzeme birikimleri yok edilmeye çalışılmalı veya malzeme aralıkları sıkılaştırılmalıdır

Malzemeleri üst üste koyarak hacmin kullanımı arttırılmalı

Raf sistemleri kullanılarak yukarı doğru depolama imkanları arttırılmalı

Daha az değerli alanlar yavaş giden az kullanılan malzemelere ayrılmalı

Ekonomik sipariş miktarları gözden geçirilmeli, atıl stok yaratılmamalı

Stok bölgeleri, modası geçmiş, kullanılmayan malzemelerden arındırılmalı

Zemine bağlı taşıma araçlar yerine havai konveyörler, mobil taşıma araçları gibi araçlar tercih edilmeli

Parçalar zemin üzerine doğrudan konmamalı, palet ve benzeri kaplar kullanılmalı

Stokların daha çabuk devir etmesinin yolları araştırılmalı

6.3.8 Mekanizasyon/otomasyon prensibi

Malzeme iletim operasyonlarında, mümkün olduğunca ve imkanlar doğduğunca verimliliğin artması, isteklere daha hızlı cevap verebilmesi, uyumun yaygınlaştırılması, işletim maliyetinin düşürülmesi, monoton ve tekrar eden, elle yapılan ve tehlike içeren iletim hareketlerinin kaldırılması için mekanizasyona ve otomasyona geçilmelidir.

Mekanizasyon veya otomasyona geçilmeden evvel eldeki süreç iyi incelenmeli ve gerekli basitleştirmeler için mühendislik çalışmaları yapılmalıdır. Zira, çoğu zaman *basite indirgenme sonunda otomasyona gerek kalmayacaktır*.

Otomasyon için iletilecek parçaların standart şekilleri olması gerekir

Başarılı bir otomasyon için, makina-makina, makina-parça, makina-operatör, ve kontrol için gerekli olan arayüz bağlantıları yapılmalıdır.

Malzeme iletiminin bilgi iletişimi ile de birleştirilmesi amacıyla otomasyon bilgisayarlarla desteklenmelidir.

Mekanizasyon/Otomasyon Prensibi ile ilgili tavsiyeler

Mekanizasyon ve/veya otomasyon şu hallerde düşünülmelidir:

- a. Büyük miktarda ve hacimde malzeme iletimi yapılan yerlerde
- b. Sık ve tekrar eden malzeme hareketleri (kısa mesafeli olsa da)
- c. Uzun mesafeli hareketler
- d. Yüksek güç isteyen, tehlikeli ve zor hareketler
- e. İki kişinin beraber yapması gereken işlemler
- f. Elle sıkça yapılan iletimler
- g. Çok sayıda personeli gerektiren iletim hareketleri
- h. Parçaların makinalara yerleştirilmesi ve/veya makinadan alınması
- i. Ağır konteynerlerin taşınmasında
- j. Doğrudan işçilik gerektiren durumlar
- k. Artıkların kaldırılmasında
- l. İletim zamanını düşürmek için
- m. İletimin düzgün, sürekli, en iyi şekilde kontrollü yapılabilmesi için
- n. Mekanizasyonda ve otomasyonda aşırıya kaçılmamalıdır
- o. Mekanizasyona yatkın konteynerler, kaplar kullanılmalı
- p. Kendinden kontrollü, veya programlanabilen makinalar kullanılmalı
- q. Personelin bir noktadan başka noktaya gitmeleri de mekanize hale getirilmelidir.
- r. Malzeme iletimini kolaylaştırmak için bilgi akışının da otomasyonu gerekir
- s. Otomatik bağlantı elemanları, kaplingler, şalterler, v.s., kullanılmalı
- t. Ağır parça bağlama düzenekleri, donanımlar, takımlar v.s., mekanik yöntemler kullanılarak hareket ettirilmelidir.

6.3.9 Çevre prensibi

Malzeme iletim sistemlerinin tasarımında, araç ve ekipman seçiminde çevre faktörü ve enerji tasarrufu gibi konular gerekli kriterler arasına alınmalıdır.

Çevre duyarlılığı doğal kaynaklarımızın ziyan edilmemesi ve günlük yapılan işlerin çevreye zarar vermemesi hepimizin duyarlı olması gereken konulardır

Birim yük oluşumunda kullanılan paletler, konteynerler, ve benzeri kapların geri dönüşümlü olmasına veya biyolojik açıdan doğayla uyumlu olmasına özen gösterilmelidir.

Tehlikeli malzemelerin iletiminde ve depolanmasında diğerlerine nazaran daha fazla emniyet tedbirleri alınmalıdır. Bunların başında dökülmelere ve yangına karşı olan tedbirler gelir.

6.3.10 Ekonomik ömür prensibi

Malzeme iletim sisteminin ve kullanılan araç ve gereçlerin ekonomik analizlerinin detaylı yapılması ve sistemin ekonomik ömrünün belirlenmesi gerekir.

Sistemin ve ekipmanın gerçek maliyetinin hesaplanmasında başlangıçta konan ilk lira ile yenisinin alınması veya yenilemenin yapılması için geçen süre içerisinde yapılabilecek her türlü harcamaların dikkate alınması gerekir.

Yatırım maliyeti hesaplarına başlangıçta kullanılan kapital, kurulma aşamasındaki harcamalar, gerekli yazılım masrafları, eğitim, deneme, işletim, bakım onarım, ve sökölüp atılması için gerekli olan harcamalar da dahil edilmelidir.

Sisteme ait bir bakım onarım programı yapılmalı ve gerekli yedek parçaların bulundurulması ve bunların maliyetleri de maliyet analizinde kullanılmalıdır. Sistemin yenilenmesi için de plan yapılmalıdır

Bunların dışında stratejik önem taşıyan hususlar da maliyet analizinde dikkate alınmalıdır.

Malzeme iletim prensiplerini bu şekilde sıralamak, önemini vurgulamak ve uygulanmasında çeşitli tavsiyelerde bulunmak onların malzeme iletim problemlerinin analizinde iyi bir şekilde uygulanacağını garanti etmez.

Bu prensiplerin en etkin kullanım yöntemi *Malzeme İletim Kontrol Formları* oluşturmaktır.

Bu amaçla, prensipler

Çeşitli ilgi alanlarına ayrılabilirler

Özel bazı durumlar için yeniden tarif edilebilirler ve

Herhangi bir malzeme iletim alanında iyileştirme imkanlarının aranmasında kullanılabilirler.

Tablo 6.2 Malzeme iletim prensipleri

PRENSİPLER	AÇIKLAMALAR
1. Planlama	Bütün malzeme taşıma ve stoklama faaliyetleri maksimum çalışma verimliliğini sağlamak için planlanmalıdır.
2. Sistem akışı	Satın alma, stoklama, üretim, muayene, paketlenme, son ürün stoklama, sevkiyat, taşıma ve müşteri faaliyetleri malzeme taşıma işlemleri açısından tek bir sistem içinde birleştirilmelidir.
3. Malzeme akışı	Malzeme akışını optimize eden bir operasyon sırası ve ekipman yerleşimi sağlanmalıdır.
4. Basitleştirme	Gereksiz hareket ve/veya ekipmanları azaltarak, elimine ederek veya birleştirilerek taşıma işlemi basitleştirilmelidir.
5. Yerçekimi	Uygulanabilir her yerde malzemenin taşınması için kendi ağırlığı veya yerçekiminden faydalanılmalıdır.
6. Alan kullanımı	Bina alanı optimum olarak kullanılmalıdır.
7. Birim boyut	Birim yüklerin veya akış hızının miktarı, boyutu veya ağırlığı artırılmalıdır.
8. Mekanizasyon	Malzeme taşıma işlerinde makine kullanımı yaygınlaştırılmalıdır.
9. Otomasyon	Üretimde, taşımada ve depolama fonksiyonlarında otomasyona gidilmelidir.
10. Ekipman seçimi	Taşıma ekipmanının seçiminde, taşınacak malzeme, hareket ve kullanılacak metot her yönüyle incelenmelidir.
11. Standardizasyon	Taşıma ekipmanlarının tip ve boyutlarıyla beraber malzeme taşıma metotlarının standartlaştırılması gerekir.
12. Adaptasyon	Özel amaçlı ekipmanlar faydalı olmadığında, birçok amaca ve uygulamaya yönelik metot ve ekipman kullanılmalıdır.
13. Boş ağırlık	Malzeme taşıma ekipmanının boş ağırlığının taşınan yükün ağırlığına oranı azaltılmalıdır.
14. Kullanım	Malzeme taşıma ekipmanı ve insan gücünün optimum kullanımı için plan yapılmalıdır.
15. Bakım	Tüm taşıma ekipmanları için önleyici bakım ve çizelgelenmiş onarımların planlanması gerekir.
16. Modernleştirme	İşlemleri iyileştirebilecek daha etkili metot ve ekipmanların, modası geçmiş yöntem ve ekipmanlar ile yer değiştirilmesi gerekir.
17. Kontrol	Üretim, envanter kontrolünü ve siparişin geliştirilmesi için malzeme taşıma faaliyetleri kullanılmalıdır.
18. Kapasite	Arzulanan üretim kapasitesini elde etmek için taşıma ekipmanları kullanılmalıdır.
19. Performans	Birim yük için yapılan harcamalar cinsinden taşıma performansının etkinliği hesaplanmalıdır.
20. İş güvenliği	Güvenli taşıma için uygun metot ve ekipmanlar kullanılmalıdır.

6.4. Birim yük kavramı

Üçüncü bölümde malzeme iletimi prensipleri içerisinde en önemlilerinden olan *birim yük* prensibi üzerinde kısaca durmuştuk. Bu bölümde ise birim yüklerin oluşturulması ve iletim yöntemleri üzerinde duracağız.

Malzeme iletiminde *birim yük*, *tek başına iletilen veya depolanan kütle* olarak tarif edilir. Bu nedenle de birim yük

Bir parçadan

Bir konteynır içerisine yerleştirilen bir çok parçadan

Bir palet üzerine yerleştiren birden çok konteynırdan oluşabilir.

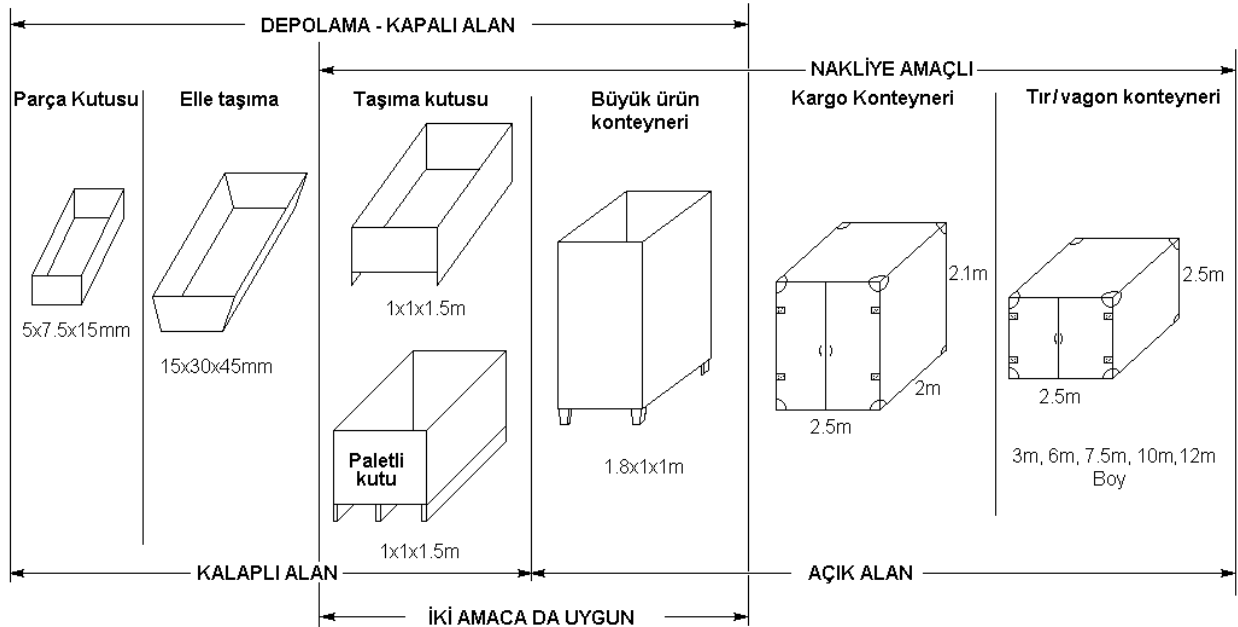
Genelde, birim yük, kendisini iletecek sistemin veya depolayacak yerin emniyet, kolaylık, ve

erişilebilirlik konusundaki imkanları göz önünde bulundurularak olabilecek azami büyüklükte oluşturulmalıdır.

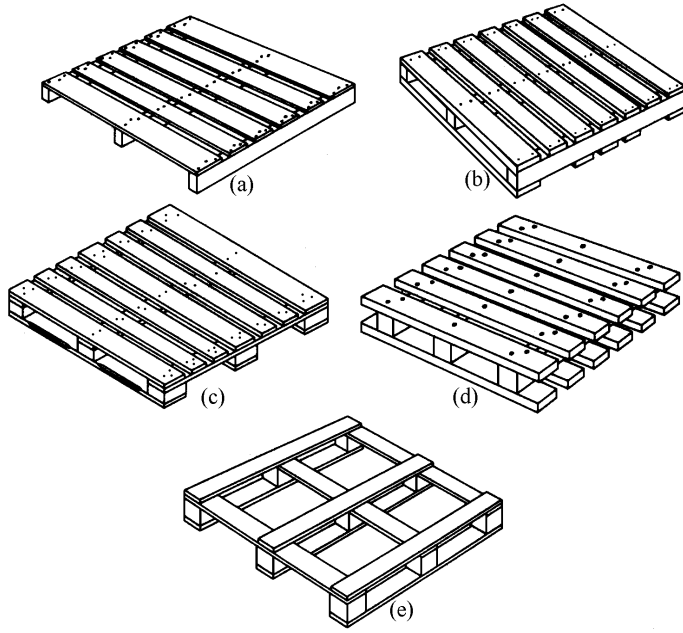
Birim yük, uygulama alanı çok geniş olan bir kavramdır; karayolu, demiryolu havayolu, ve deniz yolu taşımacılığında da kullanılmaktadır. Örneğin; paletler bir araya getirilerek bir tır için birim yük oluşturulur. Birden çok tır biraraya getirilerek kargo trenleri veya kuru yük gemileri için bir birim yük oluştururlar. Görüldüğü gibi birim yük her aşamada daha da büyük boyutlara ulaşmaktadır.

Birim yük kavramını özetleyecek olursak; *birim yük*:

1. Malzeme iletiminde sevkiyat sayısını azaltmalı, ve elle iletimi ortadan kaldırmalıdır.
2. Parçaları bir araya getirerek malzeme iletiminin ve depolamasının ekonomik olmasına yol açmalıdır.
3. Parçaların süratle birim yük oluşturmaya ve birim yük halinde de olabildiğince uzun süre saklanabilmesine imkan vermelidir.
4. Gerektiğinde, birim yükün oluşumundaki birimler daha verimli bir birim yükün oluşturulabilmesi için yeniden tasarlanmalı böylece birim yükün ekonomik, emniyet ve hasarsızlık boyutu geliştirilmelidir .
5. Birim yükün geliştirilmesi sürecinde fiziki kriterler; *bina, iletimde kullanılan teçhizat, üretim alanı, gerekli ürün miktarı, taşıyıcı makinaların kapasiteleri, v.s. gibi*, göz önünde bulundurulmalıdır.



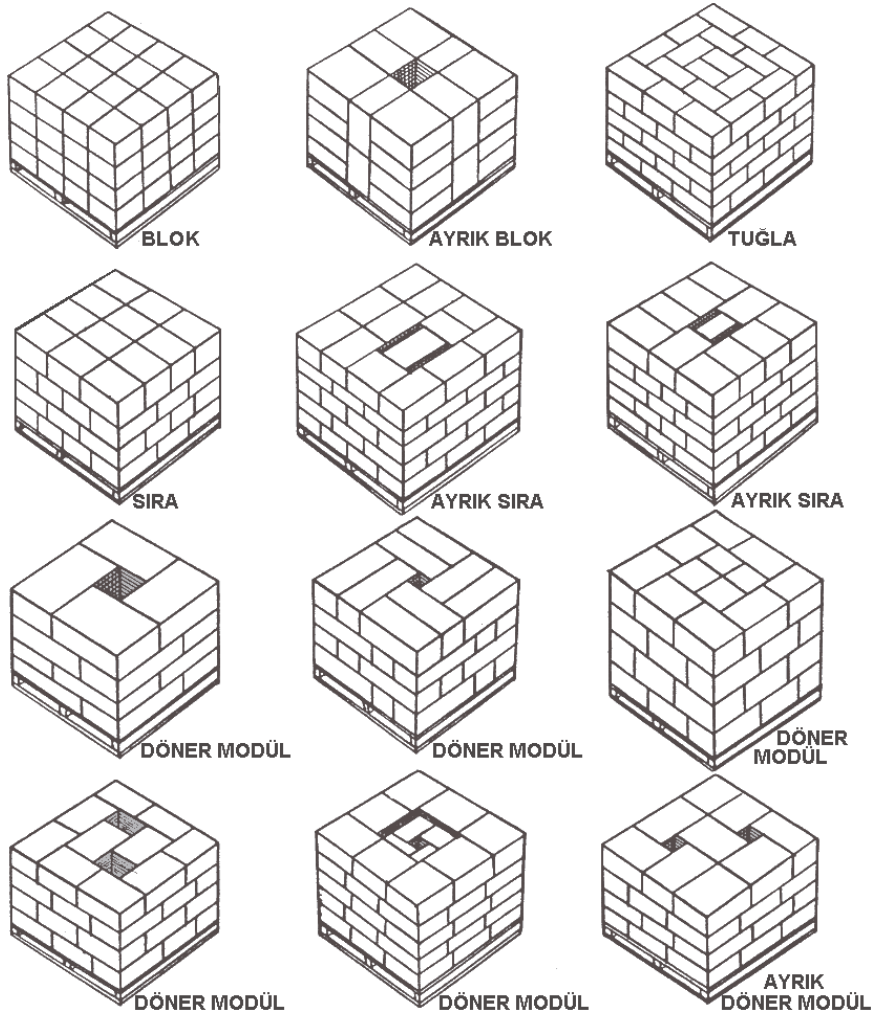
Şekil 6.8. İmalatta ve dağıtımda kullanılma amaçlı konteyner çeşitleri



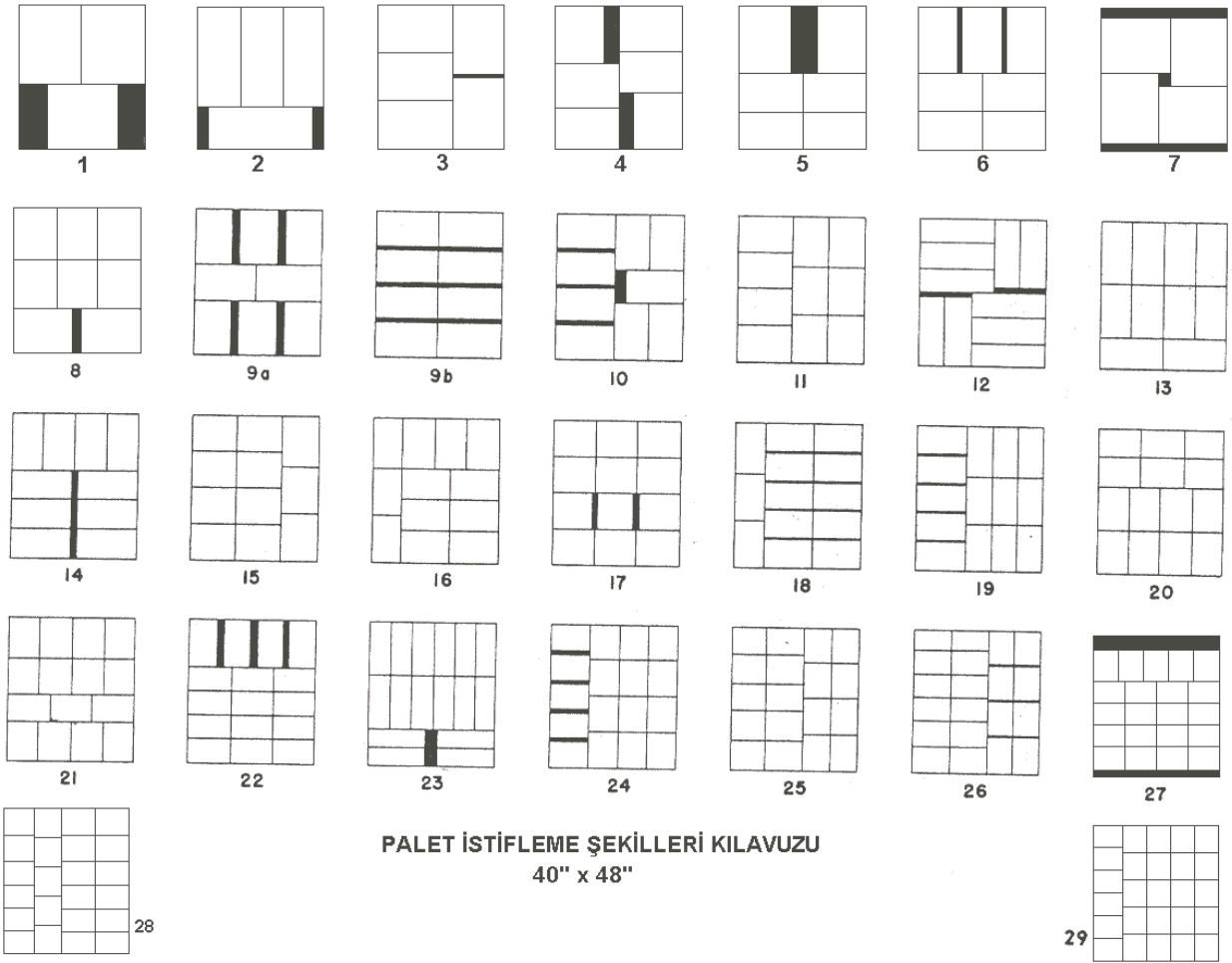
Şekil 6.9.

Palet tipleri:

- a. Standart tek taraflı ahşap palet
- b. Çift yüzlü tek taraf kullanımlı palet-kamyon taşımacılığı için
- c. Dört yönlü- blok ayaklı palet
- d. İki yönlü kanatlı palet
- e. Üç parça tek taraflı genişletilebilir palet



Şekil 6.10. Palet istifleme yöntemleri



Şekil 6.12. Palet istifleme şekilleri

6.4.1 Birim yükün yararları

Birim yükün, genel malzeme iletim sisteminin değişik aşamaları ile ilişkili çok yönlü faydaları bulunmaktadır. En çok belirgin olanları:

1. Malzemenin büyük boyutlarda iletimini kolaylaştırır.
2. İletim maliyetlerini düşürür.
3. İletimin hızını artırır.
4. Yükleme ve boşaltma zamanlarının düşmesine neden olur.
5. Ambalaj maliyetini düşürür.
6. Kübik hacmin daha verimli kullanımını sağlar.
7. Nakliye veya depolama esnasında “kayıpları” önler.
8. Eksik dağıtık malzemenin izlenmesini ortadan kaldırır.
9. Ürünün zarar görme tehlikesini azaltır.
10. Fiili envanter zamanını ve maliyetini azaltır.
11. Sevkiyatların koordinasyonunu kolaylaştırır.
12. Emniyetli iletim sağlar.
13. Daha iyi müşteri hizmeti sağlar.
14. Navlun masraflarını düşürür.
15. Nakliye sigorta masraflarını düşürür.
16. Paketlerin teker teker etiketlenmesini önler.
17. Stoklamada düzenin sağlanmasına koridorların düzenli olmasına yardım eder.

18. Üretim görevlilerinin iletimde zaman kaybını önler.
19. Birim yükün parçaları farklı boyutlarda olsa bile birim yük standart boyutu sağlayabilir.
20. Birim yük daha dengeli bir yapı oluşturur.
21. Dağıtım sistemi içinde iletilen ana malzemeyi oluşturur.
22. Firma içi iletiminde ana malzemeyi oluşturur.
23. Üst üste konan birim yükler daha dengelidirler.
24. Birim yük haline gelmiş malzemelerin yabancı parçalarla karışması engellenir.
25. Depo ve antrepolarda malzemeye daha kolay ulaşmaya neden olur.
26. Parçaların teker teker iletimini önler.

Bu nedenlerin her biri başlı başına maliyetlerin düşmesinde etkindir ve iletim operasyonunun verimini arttırır.

6.4.2 Birim yükün mahsurları

Birim yükün çok sayıdaki faydalarının yanında tabi ki bazı mahsurlu tarafları da mevcuttur. Bunlardan bazıları:

1. Birleştirme maliyeti
2. Ayırma maliyeti
3. Özel ekipman ihtiyacı
4. Yer ihtiyacı
5. Sınırlı esneklik
6. Birim yük içerisinde kayıp hacim oluşumu
7. Birim yük oluşturmak için gerekli teçhizatın (palet gibi) darası
8. Boş konteynırların geriye nakliyesinin maliyeti
9. Büyük boyuttaki yükün nakliyesi sırasında oluşabilecek kazaların boyutu
10. Birimi oluşturacak parçaların boyutlarının çeşitliliği
11. İletimin her “iki” ucunda gerekli ekipmanın hazır olmama durumları

6.5. Malzeme iletiminde kullanılan araçlar

6.5.1 Giriş

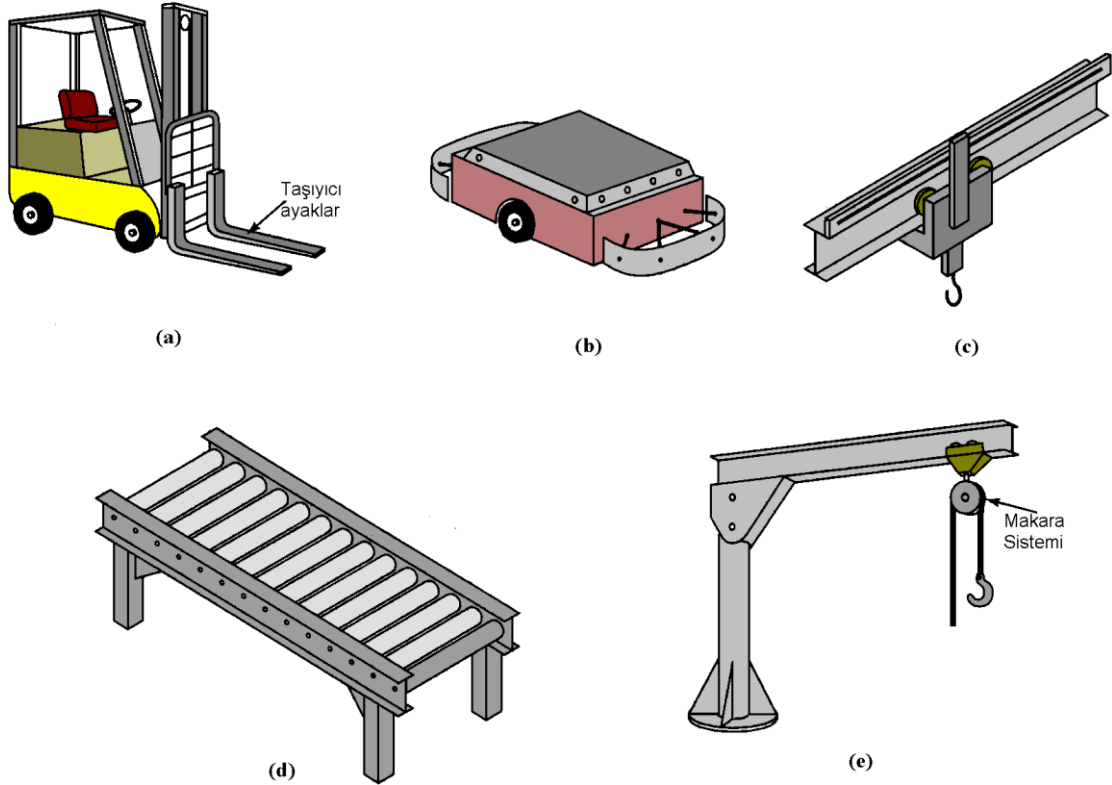
Bir çok kişi için *malzeme iletimi* ile *taşıyıcı araçlar* eş anlam taşımaktadır. Malzeme iletimi içerisinde taşımacılık ve bunun için gerekli olan makineler sadece bir alt grubu oluşturmaktadır. Malzeme iletimi bunun çok ötesindeki konuları da kapsar. Biz bu kısımda malzeme iletimi için kullanılan makineleri ele alacağız ve kısaca tanıtacağız. Malzeme iletiminde kullanılmak üzere tasarlanmış pek çok araç ve gereç mevcuttur. Bunları dört grupta toplamak mümkündür:

1. Taşıyıcı araçlar
2. Depolama ekipmanları
3. Ambalaj ekipmanları
4. Malzeme tanımlama ve takip sistemleri

6.5.2 Taşıyıcı araçlar

Bu makinalar fabrika içerisinde, depolarda, ve antrepolarda malzemelerin taşınmasında kullanılırlar. Bu araçları beş grupta toplayabiliriz:

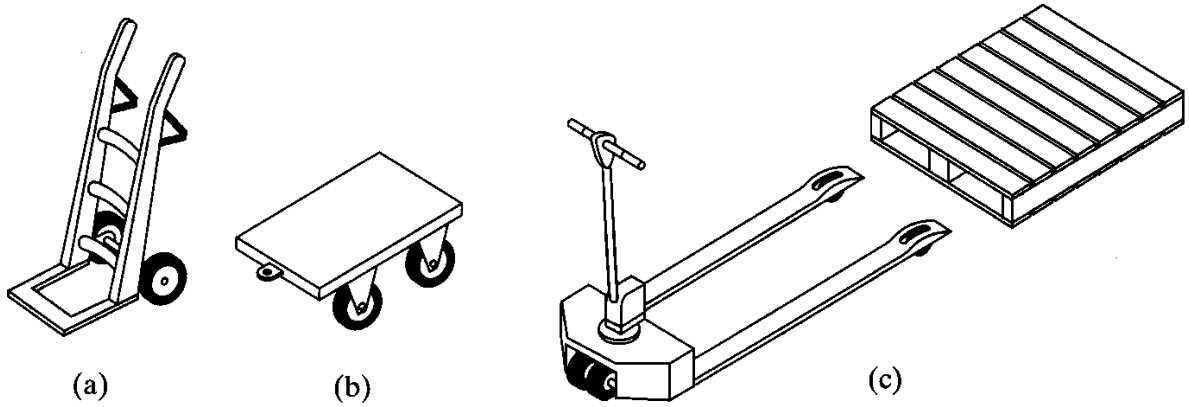
- Endüstriyel taşıyıcılar,
- Otomatik araçlar (AGV),
- Raylı vinçler,
- Konveyörler
- Sabit 360° döner vinç



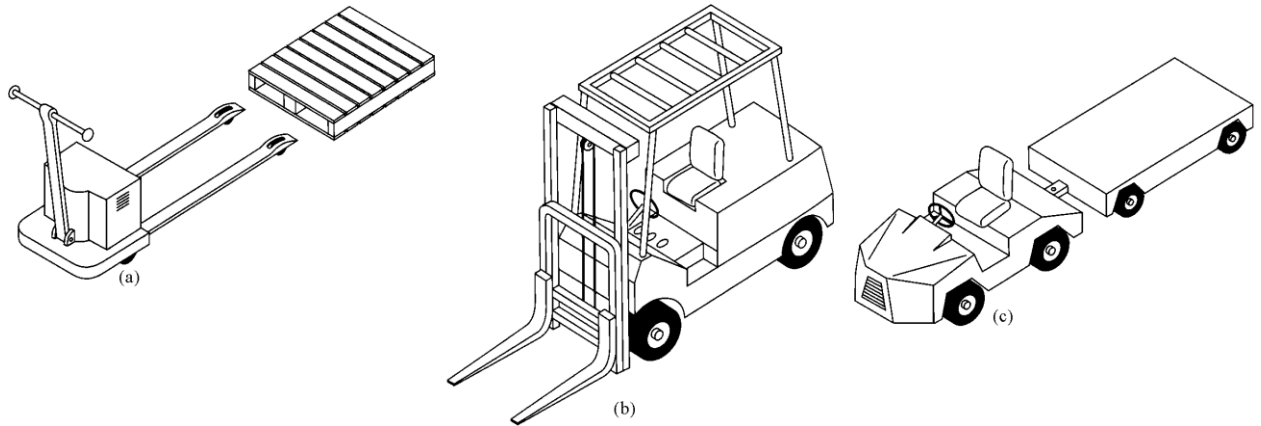
Şekil 6.13. (a) Endüstriyel taşıyıcılar, (b) Otomatik araçlar (AGV), (c) Raylı vinçler, (d) Konveyörler ve (e) Sabit 360° döner vinç.

6.5.2.1 Endüstriyel araçlar

Forkliftler, el arabaları, traktörle çekilen vagonlar, gibi. Bunlar motorlu ve motorsuz olarak iki çeşittirler. Motorlu olanlar operatörler vasıtasıyla kullanılan araçlar olup motorsuz olanlar ise düz alanlarda elle çekilen araçlardır. Bu araçların kullanımı için yeterli genişlikte koridorlar tasarlanmalıdır.



Şekil 6.14. Motorsuz taşıyıcılar: (a) İki tekerlekli el arabası, (b) Dört tekerlekli araba, (c) transpalet.



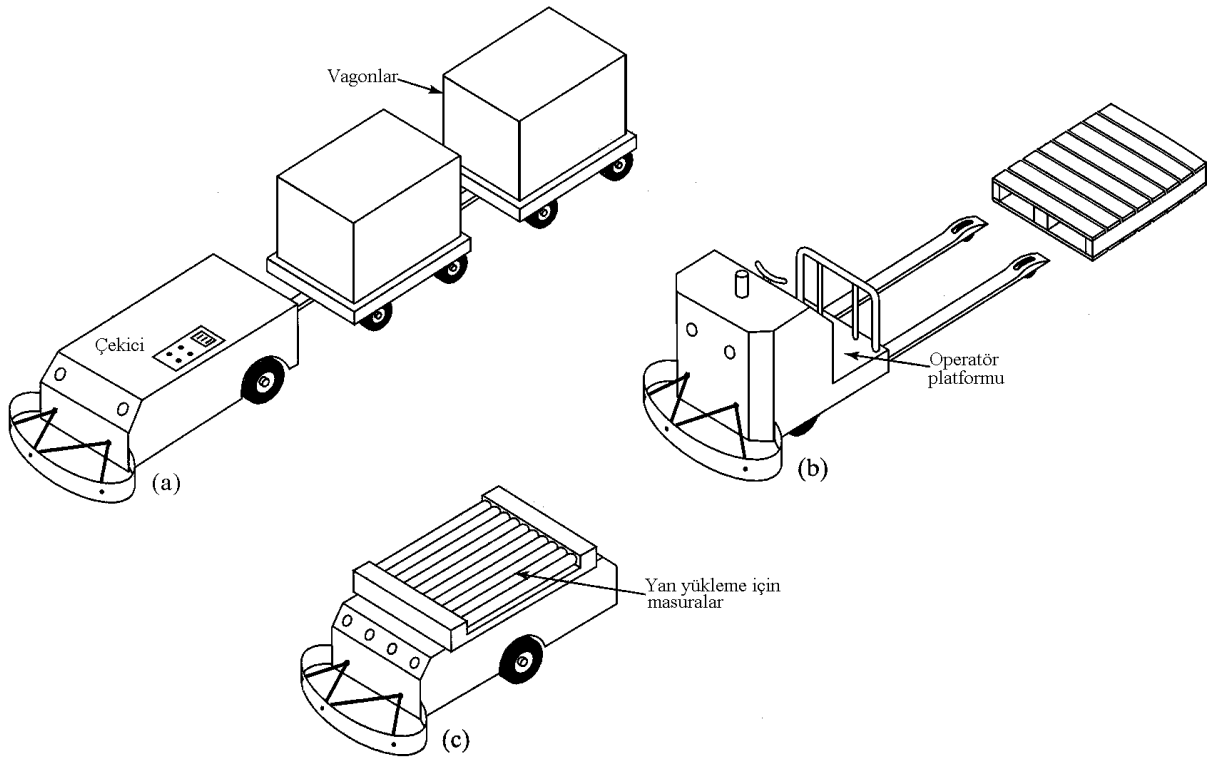
Şekil 6.15. Üç çeşit motorlu taşıyıcı: (a) Motorlu transpalet, (b) forklift, ve (c) Çekicili taşıyıcı

6.5.2.2 Otomatik Araçlar (AGV)

Bunlar aküden aldıkları enerjiyi kullanan elektrik motorlu araçlardır. Özel hazırlanmış hat üzerinde hareket ederler. Genellikle bir tesiste yükleme ve boşaltma noktaları arasında malzeme taşımak için kullanılırlar. Değişik noktalara sevkıyat yapabilirler. Bunun için özel kontrol ekipmanları gerekir.

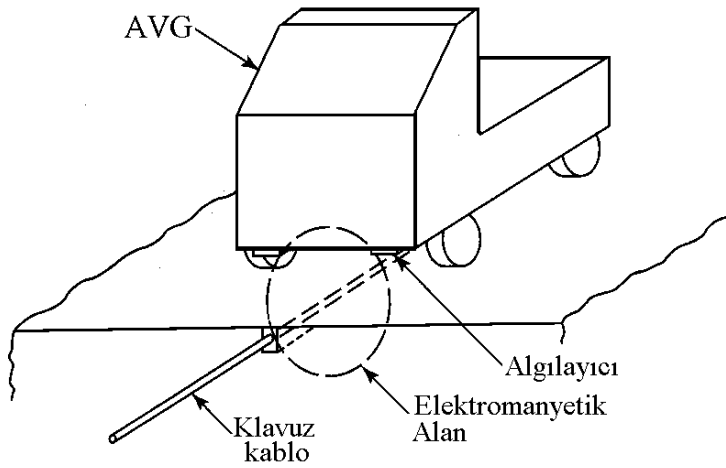
6.5.2.3 Raylı araçlar

Bu motorlu araçlarda havai veya zemine monte edilmiş raylar üzerinde hareket ederler. Tek ray üzerinde hareket edenlere *monoray* taşıyıcı denir. Ray sistemi vasıtasıyla tesis içerisinde değişik hatlara yönlendirilebilirler.



Şekil 6.16. Otomatik araçlar: (a) Sürücüsüz, (b) AGV palet taşıyıcı, (c) Birim yük taşıyıcı

AGV'lerin kontrolü

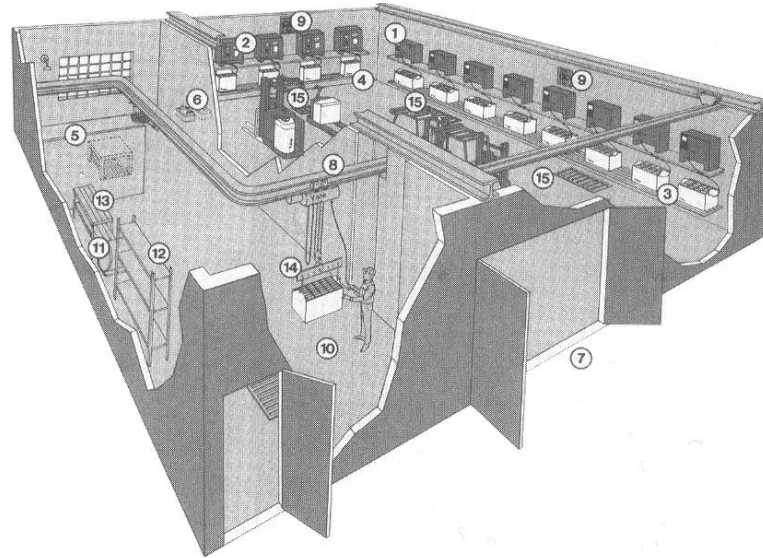


Şekil 6.17. Otomatik-kılavuzlu AGV'nin çalışma prensibi

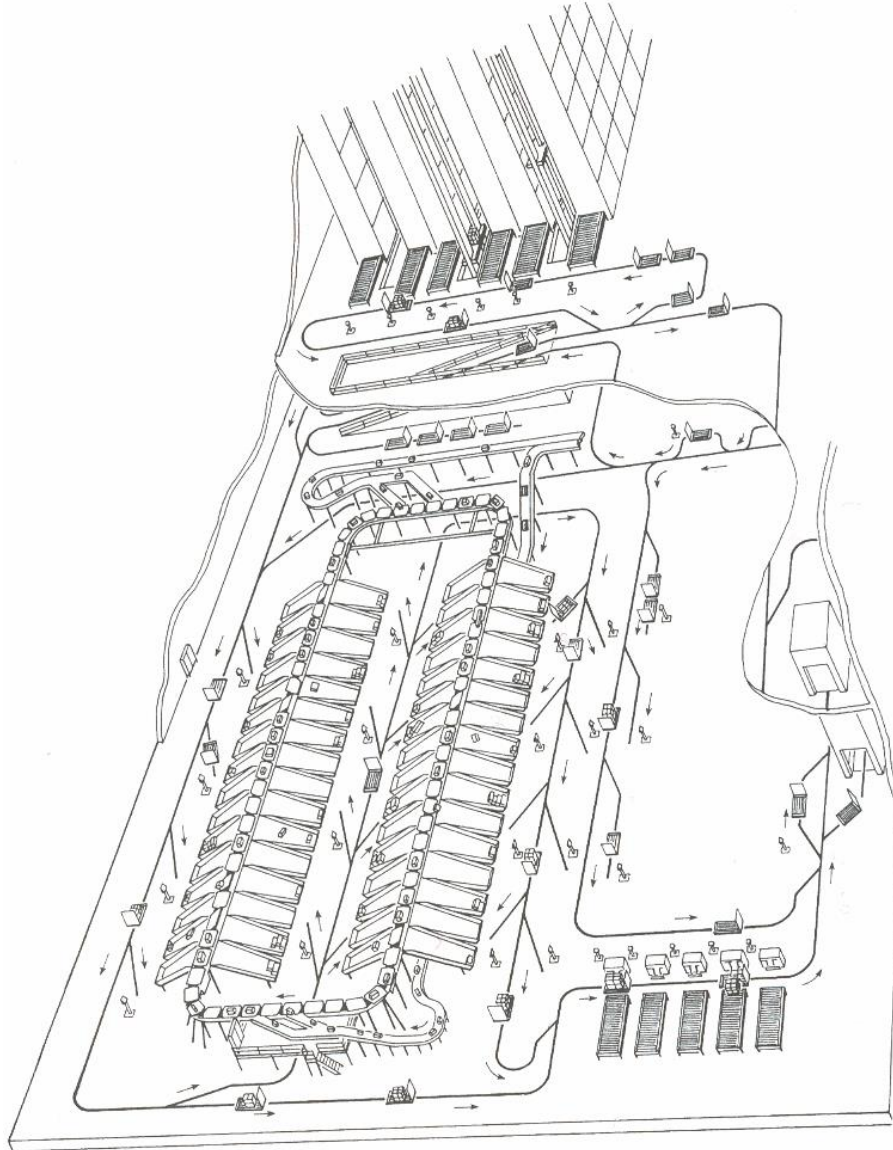
6.5.2.5 Vinç ve Makara Sistemleri

Genelde bunlar malzemeyi kaldırmak ve indirmek için kullanılırlar. Makara sistemleri vasıtasıyla ağır yüklerin kaldırılması kolaylaştırılmıştır. Belli bir yarı çap içerisinde 360° dönebilirler.

Gezer köprü vinçler ise yükleri yatay olarak taşırlar. Tambura sarıli halat mekanizması ve makara sistemleri ile teçhizatlandırılmışlardır.



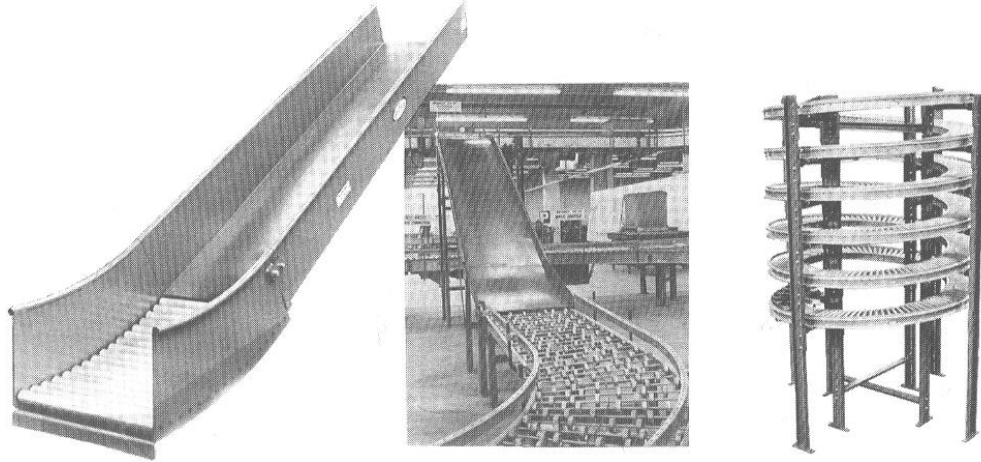
Şekil 6.18. Raylı malzeme taşıma sisteminin alt yapısının görünümü



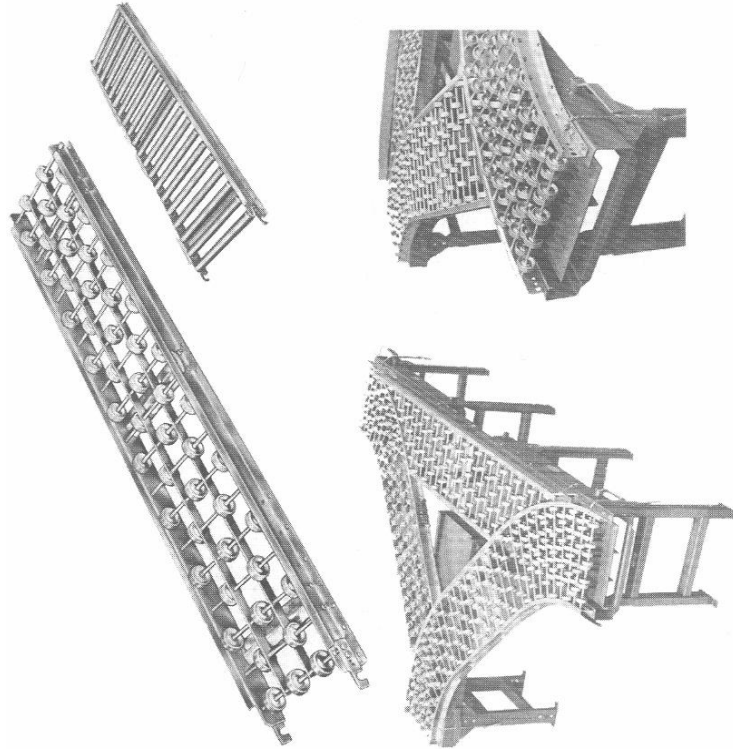
Şekil.8.19. Çeşitli malzeme taşıma sistemlerinin görüldüğü bir imalat ortamı

6.5.2.4 Konveyörler

Malzeme iletiminde en yaygın olarak kullanılan iletim araçları olup çok sayıda çeşitleri vardır. Sabit noktalar arasında genelde belirli yükleri taşımak amacıyla kullanılırlar. Montaj hattında, ürünün belli pozisyonlarda işçinin önüne gelmesini sağlamaları kolaylık sağlar. Genelde yük taşıyan yüzeylere göre isimlendirilirler; bant, kanal, tekerlekli, masuralı, gibi. Havai konveyörler kancaları veya sepetleri vasıtasıyla malzemenin belirli mesafe aralıkları ile sevkini sağlar. Bunlarında motorlu ve motorsuz olanları vardır. Motorsuz olanlar elle itilerek veya çekilerek hareket ettikleri gibi malzemenin ağırlığının yardımıyla da hareket ederler.



Şekil 6.20. Konveyör çeşitleri



Şekil 6.21. Konveyör çeşitleri



Şekil 6.22. Vinç temelli malzeme taşıma sistemi

Tablo 6.3. Malzeme iletiminde kullanılan araçlar

<i>MAKİNA</i>	<i>ÖZELLİKLERİ</i>	<i>KULLANIM ALANI</i>
MOTORSUZ TAŞIYICILAR	Düşük maliyet Düşük kapasite <i>sefer/saat</i>	Hafif malzemelerin fabrika içerisinde taşınması için
MOTORLU TAŞIYICILAR	Orta maliyetli	Paletli malzemelerin fabrika veya ambar içerisinde taşınımı
OTOMATİK ARAÇLAR, AGV	Yüksek maliyet Aküden enerji alımı Esnek hat oluşturma imkanı Engelsiz yol gereği	Paletli malzemelerin fabrika veya ambar içerisinde taşınımı Orta ve düşük kapasiteli üretimlerde yarı mamul malzemenin makinalar arasında iletimi
RAYLI SİSTEM ARAÇLARI	Yüksek maliyet Esnek hat oluşturma imkanı Yerden ve havadan taşıma imkanı	Montajı yapılmış tekli, büyük ve paletli ürünlerin fabrika ve ambar içerisinde taşınmasında Büyük miktardaki malzemelerin sabit hat üzerinden fabrika içi veya ambar içi taşınması
MOTORLU KONVEYÖRLER	Çeşitlilik Zemin içi, zemin üstü, ve havai	Elle montaj hatlarında ürünün iletimi Dağıtım merkezlerinde mal ayrırımı (PTT)
VİNÇ VE MAKARA SİSTEMLERİ	Yüksek kaldırma kapasitesi (100 ton)	Büyük boyutlarda veya çok ağır malzemelerin taşınması için

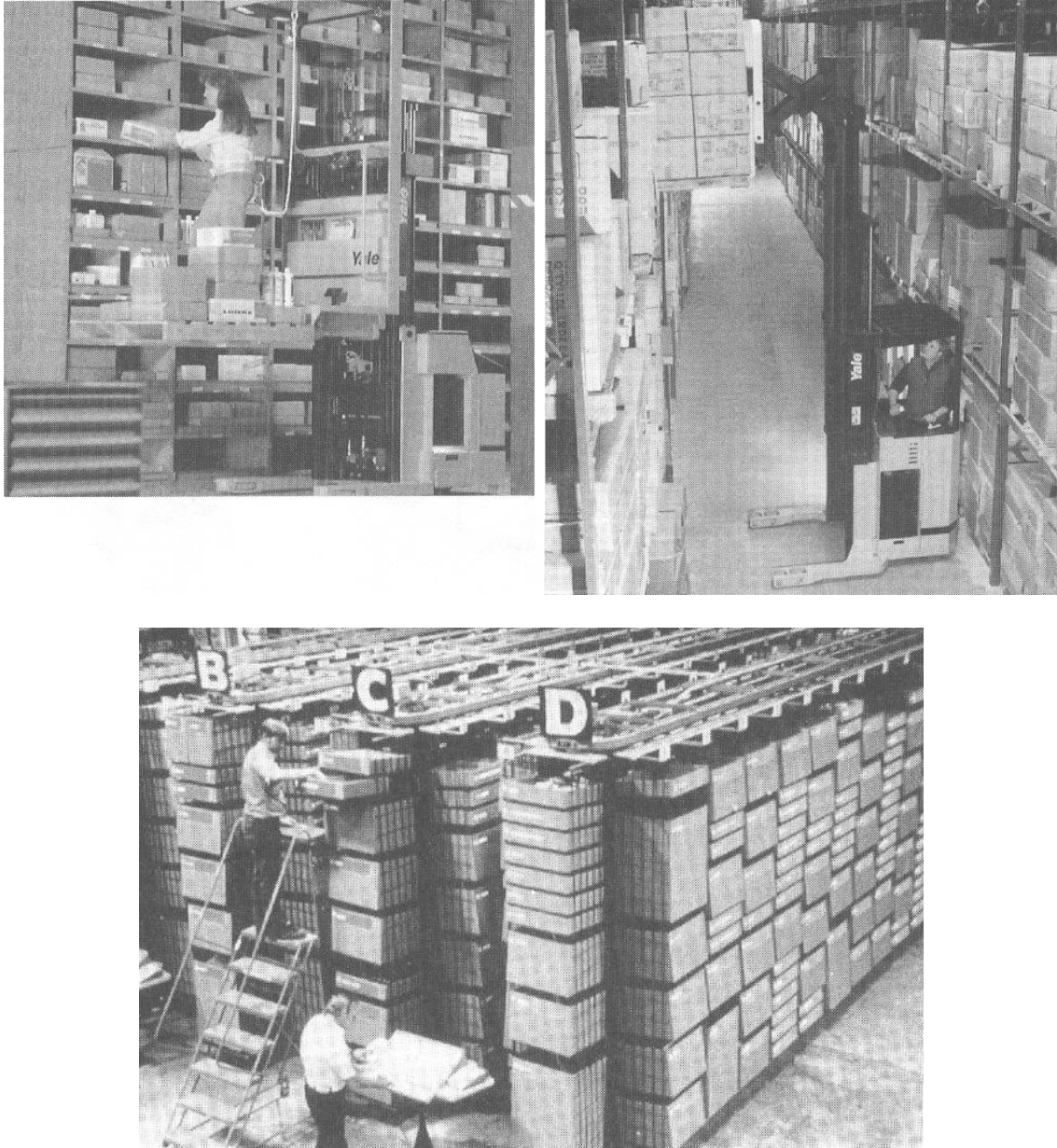
6.5.3 Depolama sistemleri

Ham maddeler ve yarı mamul malzemeler kısa da olsa üretim süreci içerisinde zaman zaman beklemeleri gerekmektedir. Bu nedenle geçici olarak stoklanmaları yani depolanmaları gerekir. Aynı şekilde mamul malzemenin de üretim tesisi içerisinde, dağıtım merkezlerinde, ana depolarda veya mağazalarda olsun bir sonraki müşteriye ulaşana kadar depolanması gerekmektedir. Bu nedenle, üretim öncesi, üretim sırasında veya üretim sonrası olmak üzere duruma göre depolama metotlarının araştırılması gerekmektedir. Bu metotları ve kullanılan teçhizatları şu şekilde gruplandırabiliriz:

1. **Yığma-Dökme malzeme depolaması:** Genelde açık alanda paletler üzerinde veya konteynerler içerisindeki malzemelerin depolanma şeklidir. Az veya hiç makina gerektirmeyebilir.
2. **Raf sistemleri:** Raf sistemleri tesis içerisinde stok için kullanılacak yerde yükseklik boyutunun etkin bir şekilde kullanılmasını sağlar. Rafların boyutları *birim yüklere* göre ayarlanmışlardır.
3. **Çelik konstrüksiyon raflar, bölmeler ve kutular:** Standard boyutlarda olan çeşitli malzemeyi bir arada stoklamak için kullanılan sistemlerdir. Küçük parçalar bu raflara kutu veya sepet gibi taşıyıcılar kullanılarak yerleştirilir.
4. **Çekmece sistemleri:** Raf sistemlerine nazaran maliyetleri yüksektir. Bununla beraber yararları da büyüktür. Raflarda istiflenmiş malzemelerin özellikle de derin raflarda arkada kalanların gözden kaçması olasılığı yüksektir. Bununla beraber çekmeceli sistemlerde çekmece içerisindeki malzemenin tamamı göz önüne geldiği için gözden kaçma olasılığı yoktur. Çekmeceli sistemler çoğunlukla takım ve hırdavatın depolanması için kullanılırlar.
5. **Otomatik Kontrollü Depolama Sistemleri:** Bu sistemler giren ve çıkan malzemenin kontrollü açısından tam otomatik veya yarı otomatik olmak üzere iki çeşittir. İki değişik türü vardır:
 - *Otomatik giriş/çıkış sistemleri:* Raflardaki malzemenin robot veya özel bir düzenek vasıtasıyla otomatik olarak yerleştirildiği ve alındığı sistemlerdir.
 - *Döner sistemler :* Rafların hareketli olduğu ve sabit malzeme giriş noktasına dönerek geldiği sistemlerdir.



Şekil.6.23. Depolama sistemleri



Şekil.6.24. Depolama sistemleri

6.5.4 Ambalajlama-birleştirme ekipmanları

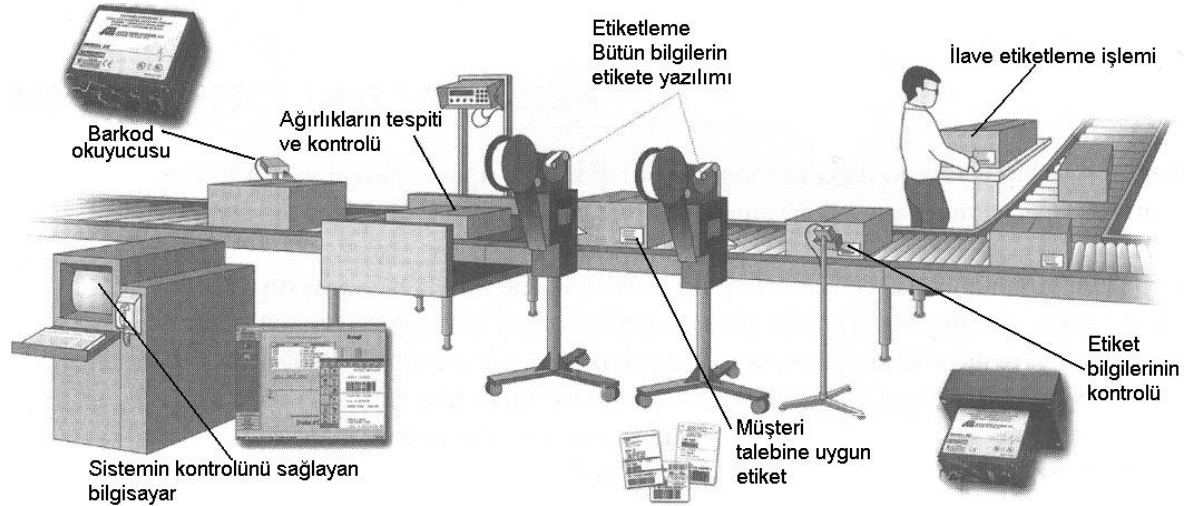
1. Konteynerler
2. Konteyner yükleme ve ambalajlama ekipmanları

Konteynerler: Bunlar parçaları teker teker veya gruplar halinde depolamaya yararlar. Örneğin, paletler, kutular, sepetler, fiçılar, bidonlar, variller, kovalar, v.s. Bunlar malzemenin teker teker birimler halinde değil de birim yükün oluşturularak gruplar halinde taşınmasında veya depolanmasında kullanılırlar.

Yükleme ve paketleme araçları: Bunlar paletlerin üzerine konteynerlerin yerleştirilmesine bir arada tutulması için çemberlenmesine ve naylonlanması için kullanılan ekipman ve araçlardır. Bu işlemin tersini yani birim yükün çözülmesini ve ayrıştırılmasını yapan ekipmanlar da bu gruba girerler.

6.5.5 Malzeme tanımlama ve takip sistemleri

Bütün malzeme sistemleri bir şekilde iletilen veya depolanan malzemenin takibini yapmak zorundadır. Bu amaçla parçalara veya kutulara malzemeyi açıklıkla tanımlayan etiketler kullanılır. Bugün bu amaçla en yaygın olarak kullanılan etiket sistemi *bar kod* sistemidir. Bu tür etiketler bar kod okuyucuları tarafından rahatlıkla okunmakta ve malzeme tanınmaktadır. Barkod sisteminden başka manyetik teypler, radyo frekanslı etiketler gibi malzeme hakkında daha detaylı bilginin saklanabildiği sistemler de mevcuttur.



Şekil.6.25. Genel barkod sistemi

KAYNAKÇA:

1. Ceranoğlu, A.; Malzeme İletim Sistemleri Ders Notları, Doğu Üniversitesi
2. Erdem, İ.; Malzeme Taşıma Sistemleri Ders Notları, Yıldız Teknik Üniversitesi
3. Yurdakul, İ., Özgürler, M.; Malzeme Taşıma Sistemleri, Lisansüstü Projesi, Y.T.Ü, 2001.