

ENDÜSTRİYEL GELİŞİM NELERİ DEĞİŞTİRİR

Erdal YILMAZ

M.Ü. İ.İ.B.F. İşletme Bölümü, Araştırma Görevlisi

Abstract

The technologic development of production directly effected the life style of the societies throughout the history, and it still does. An illustrating example could be given as; in order to understand the differences between the ways in which the social and economical positions of societies are effected, the reasons and consequences of the Industrial Revolution and its widespread influence on the other countries should be studied. In our paper, we tried to emphasize the importance of the correlation between developments of production and ways in which the life styles of the societies differed.

I-GİRİŞ

Gerek halen yaşanan gerekse geçmiş dönemde yaşamış ve artık varlıklarını sürdürmeyen toplumların uygarlık düzeyleri incelenirken temel alınan kriterlerden biri de uygarlıklarının "neleri, nasıl yapabildikleridir". Bugüne kadar teknoloji tarihi üzerine yapılmış çalışmalar siyaset, din veya hukuk tarihleri üzerine yapılan çalışmaların yanında çok sınırlı ve yüzeysel olarak kalmışsa da teknolojik gelişim gerçekten önemli bir kriter olarak karşımıza çıkmaktadır. Bunun sebebi ise oldukça açıktır: İnsanların geliştirmiş oldukları üretim biçimleri, ihtiyaçlarını ve buna bağlı olarakta hem bireylerin gündelik yaşam tarzlarını hem de toplumlarının gelişim çizgilerini direk olarak belirleyici bir unsur olmuştur.

M.Ö. 5000'li yıllarda ilk olarak Mısır'da insan toplayıcı, göçebe toplumdaki gerçek anlamda üretici, yerleşik tarım toplumuna geçmiştir (ki bugünkü bulgular bunu göstermektedir). Yaşam tarzlarında başlı başına bir devrim niteliğinde değişikliklere neden olan bu oluşumun ortaya çıkmasını sağlayan unsurların başında ise insanın toprağı işleyebilmesini sağlayan aletleri yapabilmemesi gelmektedir. Bu andan başlayarak toplumların yaşam tarzları ile teknolojik gelişmeler hep birbirine paralel olarak ilerlemiştir.

Toprağı işleyebilme yetisini kazanan insanların hayatlarındaki öncelikler de büyük oranda değişikliklere uğramıştır. Yerleşik düzene geçmesiyle birlikte iklim

öncelikle önem kazanmış, buna paralel olarak, iyi insanlardan güneşi esirgemeyen, zamanı geldiğinde yağmuru gönderen "Tanrılar" ortaya çıkmıştır. Bunun doğal sonucu ise, göçebe yaşam döneminde var olan büyücülüğün yerini "tanrılı dinlerin", büyücülerin yerini ise "din adamlarının, rahiplerin" alması olmuştur. Bu noktada kabul etmek gerekir ki rahiplerin toplum üzerinde oldukça büyük bir güçleri vardı ve bu güçtür ki "kral din adamının" doğmasına, başka bir deyişle Monarşinin doğmasına neden olmuştur. Kral, halktan biri değildi. Tam tersine "tanrının oğluydu", yani tanrısaldı, ulaşılmazdı, yüce bir varlıktı. Gücünü tanrıdan (Güneş'ten) almaktaydı. Onun yönetiminde ülke topraklarında iklim koşulları hiç bozulmayacak, toprak ettiklerini fazlasıyla insanlara geri verecekti.(1)

Aynı dönemlerde yaşamasına karşın daha değişik üretim teknikleri geliştirerek, toprak yerine hayvancılığı seçen toplumların yaşayışları ise diğerlerinden çok farklıydı. Onlar için iklim önemli değildi. Çünkü eğer yağmur onlara gelmezse onlar yağmura gidebilirlerdi. Onlar için sorun; verimli otlaklara ulaşabilmektir. Bunun içinde ihtiyaçları olan "tanrı" tarımcıların tanrısı değildi. Aynı şekilde ihtiyaçları olan lider, kral da "tanrının oğlu" değildi. Onların ihtiyacı olan, onlara yol gösteren, öncülüğü olan, gücünü akıl ve tecrübesinden alan bir liderdi. Hemen yanı başlarındaki çadırda uyuyan, ertesi gün onlarla ava çıkan insanı tanrı yerine koymak istemiyorlardı.(1) Ayrıca yerleşik düzene geçmiş topluluklarla, göçebe topluluklar arasında ki tek fark sadece din ve yönetim şekillerinde de değildi. Yaşam biçimleri birbirinden tamamen farklıydı. Bunun sonucu olarakta kendilerini geliştirdikleri alanlar da çok farklıydı. Örneğin yerleşik topluluklar aritmetik, geometri, yeni takvim düzenleri, hukuksal düzenlemeler vb. konularda göçebe topluluklara göre çok daha ilerideydiler.

Denilebilir ki, günümüzden 7000 yıl öncesinde toplumlar arasında bu farklılıkların ortaya çıkması, tamamıyla çevresel koşulların etkisi altında, bu koşullara karşı oluşmuştur. Nil ırmağı kıyılarında, tarıma müsait

topraklarda yaşayan insanlar, toprağı işleyebilmelerini sağlayan araçlar ve yöntemler geliştirmişlerdir. Verimli otlaklara sahip olmalarına karşın toprakları tarıma müsait olmayan topluluklar ise hayvanları evcilleştirmelerini ve onları işlerinde kullanmalarını sağlayacak aletler ve yöntemler geliştirmişlerdir. Daha sonraki gelişmeler de yine bu başlangıçta olduğu gibi ihtiyaçlara ve mevcut imkânlarla paralel olarak ilerlemiştir. Çağlar boyu atılan her yeni adım, daha önce elde edilmiş birikimlerin ışığında ve o günün koşulları altında, ihtiyaçları, imkanları dahilinde atılmıştır. Elde edilen her yeni üretim aracı ya da metodu da insanların hayatını direk olarak etkilemeye devam etmiştir. Üretime ilk adımlarını atan toplumlardan verdiğimiz örnekleri çoğaltmak mümkündür. Eski Yunan Kültürü'nün siyaset, drama ve felsefe ustalarının yanında pek değer verilmesine de "makinecileri" de vardı. Ve bu kişileri bu günlerde Aristoteles, Sokrates, Aristophanes ya da Sophokles kadar anımsamasak da bu insanlar yaşadıkları toplumlarının hayatlarını kolaylaştıracak ve değiştirecek, etkileri günümüze dek ulaşabilmiş pek çok yeniliklere isimlerini yazdırmışlardır. Örneğin ilk su değirmenleri M.Ö. birinci yüzyılda Anadolu'da ortaya çıkmıştır. Bu, o ana kadar sadece insan ve sınırlı ölçüde hayvan ile birazda rüzgar gücünden yararlanma imkanına sahip olan insanlar için önemli bir ilerlemeydi. Tâbi bu değirmenler henüz çok ilkel bir yapıdaydılar ancak yine de insanın üretim gücünde belirli bir artışı sağlamışlardır. Aynı şekilde Yunanlı mekanikçiler buhar gücünden de haberdardılar; İskenderiyeli Heron'a ait kaynaklarda buhar gücü ile ilgili bilgilere rastlanmıştır. Ancak insanlık buhar gücünü kullanabilmek için 1800'lü yılları beklemek zorunda kalmıştır.(2)

Yine insanlık tarihinde önemli bir yer tutan kölelik kurumunun ortadan kalkmasında üretim aletlerinin ve yöntemlerinin yadsınamayacak bir yeri vardır. Roma İmparatorluğu ekonomisinin can damarı olan kölelik kurumunun Orta Çağ ile giderek önemini yitirmesi ve sonunda ortadan kalkması, herkesin tahmin edebileceği gibi, toplumların bir anda kölelik kurumunu insanlık dışı bulmaları sonucu olmamıştır. Bunun en önemli nedeni köleliğin artık ekonomik olmaması, daha düşük maliyetlerle aynı işi yapacak başka güç kaynaklarının kullanılmaya başlanmış olmasıdır. İlk su değirmenlerinin bir olasılıkla M.Ö. 1. yüzyılın sonlarına doğru yapıldığını belirtmiştik. Fakat değindiğimiz gibi, o zamanlar değirmenlerle sağlanan güç çok küçüktü. Daha sonraları dişli sistemlerinde yapılan değişikliklerle bu güç artırıldı. Bu düzenekle yapılan üretim, kölelerle yapılan üretime göre olağanüstü ekonomik ve hızlı hale geldi. Bunu rakamlarla inceleyecek olursak; iki kölenin bir el değirmeni ile öğütebileceği mısır miktarı saatte 7kg.'dı.

Başka bir deyişle 10 saatlik bir çalışma sürecinde 70kg. Demek ki bir buçuk ton mısır öğütebilmek için 40'ın üzerinde köle10. saat süreyle çalıştırılmak zorundaydı. Roma Dönemi'nin en gelişmiş değirmenlerinde ise değirmen saatte 2400-3200 kg. un üretebiliyordu. 10 saatlik sürede üretim kapasitesi ise 28 tona ulaşıyordu. Roma Dönemi'nin özellikle son dönemlerinde geliştirilen değirmenler sayesinde ki kölelik kurumu Roma düştükten sonra bir süre daha etkinliğini sürdürmüştü de yerini giderek su gücüne devretmiştir. (3)

Görüldüğü gibi üretim teknikleri insanın gerek toplumsal gerekse bireysel yaşantısını keskin çizgilerle belirlemektedir. Siyasi yaşam ona göre belirlenmekte, aile içi bağlar yine ona göre zayıflamakta ya da güçlenmektedir, hukuksal kurallar, geliştirilen bilimler yine ona göre şekil almaktadır. O yüzden toplumsal yapıyı, gelişme sürecini, değişimlerin nedenlerini daha iyi anlayabilmek için üretim tekniklerindeki değişiklikleri de araştırmak, öğrenmek gerekmektedir. Bu noktadan çıkarak denilebilir ki ; günümüze ve geleceğe bilinçli gözlerle bakabilmek için de "bugün neyi, nasıl ürettiğimizi" iyice anlamamız gereklidir. Bunun içinde günümüz üretim şekline damgasını vurmuş olan "Endüstri Devrimi"nin öncesini ve sonrasını, diğer toplumsal olayların da ışığında, mümkün olduğunca genel çizgileriyle, incelemek yanlış olmayacaktır.

II-19. YÜZYILDAN 21. YÜZYILA

1800'lü yılların ilk yarısında buhar ve elektrik güçlerinin de insanlığın egemenliği altına girmesi ile üretim araçları çok büyük bir değişim içine girdiler. Artık çok daha güçlenmişlerdi. Bunun bir sonucu olarak da üretim biçimleri devrim niteliğinde değişimler sergilediler. Zaman içerisinde yavaş yavaş geliştirilen, yeni güç kaynaklarıyla çalışan makinelerin üretim birimlerinde kullanılması ile üretim miktarında artışlar sağlandı, ürünlerde belirli oranlarda da olsa bir standartlaşmaya gidilebildi, ulaşım olanakları gelişti, madencilik sektöründe büyük ilerlemeler sağlandı. Tüm bu gelişmeler pek çok toplumsal değişimi de beraberinde getirdi. Bu toplumsal değişimlerle üretim alanında yeni gelişmelere neden oldu. Özellikle 19.yy.'ın sonlarında başlayan ve 20.yy.'ın ilk çeyreğinde de süren çok sıkıntılı bir toplumsal dönüşüm sürecinin ardından yeni sistem yavaş yavaş kurulmaya başlandı. Ayrıca 40'lı yıllara gelindiğinde de 2. Dünya Savaşı önemli değişimleri ve gelişmeleri beraberinde getirdi. Bunu takip eden yıllarda kurulan yeni ve daha da gelişmiş üretim sistemleri, üretim anlayışında ve dolayısıyla insanların tüketim anlayışlarında önemli değişimlere neden oldu. Bu değişimlerin ışığında geliştirilen sistemler günümüzde de halen kullanılan

sistemlerdir. Ve artık gelişim hızı iyiden iyiye yavaşlamıştır.

Yaklaşık 200 yıllık bir süreci incelediğimizde karşımıza çıkan tabloyu, tipik bir örnek teşkil etmesi ve gelişmelerin lokomotif olması açısından otomotiv sektörü açısından inceleyelim:¹

III-EMEK-SANAT TÜRÜ İMALAT

19.yüzyılın ortalarında, teknik ilerlemelerin bir sonucu olarak ortaya çıkan sanayi devrimine kadar, üretim biçimleri tarih boyunca büyük farklılıklar göstermedi. İlkel çağlarda kullanılan yöntemler temelde aynıydı. İnsan gücüne ve yaratıcılığına dayanan, "emek-sanat" bağımlı üretim tarih boyunca, küçük farklılıklarla süre geldi. O dönemde loncaların iş ortamında çok büyük etkinlikleri vardı. Küçük atölyelerden oluşan imalat şirketlerini belirli bir disiplin içinde tutabiliyorlardı. Şehre gelen hammaddeler öncelikle loncaların denetiminden geçiriliyor ve sonrasında üreticilere dağıtımı yapıyordu. Ayrıca kalitesine göre mamullerin fiyatları da loncalar tarafından belirleniyor ve bu kuralların dışına çıkan imalatçılara belirli cezalar uygulanıyordu.

Firmanın içinde ise usta, kalfa ve çıraklarına işini öğretmenin yanı sıra kontrol görevini de üstleniyordu. Basit fakat değişken aletlerle üretilen ürün, ismarlama tek bir üründü ve özellikleri tamamen onu yapan ustaya bağlıydı. Bu yüzden usta üretimin tüm aşamalarına hakim olmak zorundaydı. Üretimin ilk adımından son adımına değin tüm aşamalarda üretimin içindeydi. Bu sayede usta mertebesine yükselen kalfa, kendi imalathanesini açarak çalışmasını sürdürebiliyor, zanaatini kendinden sonraki kuşaklara aktarabiliyordu. İşçilerin bağımsız atölyeler açabilmesi avantajının yanı sıra üretilen ürünün itibarlı bir ürün olması da emek-sanat türü üretimde ortaya çıkan diğer bir avantajlı yönü oluşturuyordu. Yalnız bunların yanı sıra dezavantajlı yönlerden söz etmekte mümkündür ki bunların başında da üretim maliyetlerinin yüksekliği gelmekteydi. Yine maliyetlerle ilgili bir unsur; üretim miktarındaki artışların birim maliyetlerde bir düşüş sağlanamamasıydı. Bunun sonucu ise açıktı : Pahalılık. Ayrıca bu üretim türünde ürün aslında bir prototip olarak üretilmekteydi ve bu nedenle tutarlılık ve güvenilirlik sağlamak hiçte mümkün görünmüyordu. Son ve belki de en büyük dezavantajsa üretim işlerinin çoğunun atölyelerde yer almasına karşın, bu küçük bağımsız atölyelerin yeni teknolojiler geliştirememeleriydi.

IV-SERİ ÜRETİM SİSTEMLERİ

Makinaları çalıştıran buhar, 1700'lerin sonlarına doğru, sanayi üretime esaslı bir değişiklik getirdi. O zamana dek yapım tekniği önemsiz gelişmeler göstermişti. Demir sınırlı miktarlarda üretiliyor; toprağa yakın yerlerden çıkarılan kömür; dökme demir, cam ve seramik fırınlarında kullanılıyordu. Ulaştırma yalnızca at arabaları ve yelkenli gemilerle yapılabiliyordu. Verimin artırılabilmesi için mekanik gücün kullanımının başlatılabilmesi ile fabrikalarda yapım araçları, maden ocakları çevresinde sanayi kuruluşları yoğunlaştı. Ulaşımın gelişmesi üretim çabalarının artmasını sağladı. Buhar gücünün yanı sıra Werner Siemens'in, 1600'lerden beri bilinen elektrik gücünü pratik bir şekilde üretebilen "çift T motorlu dinamo makinasını" yapması (1867), İngiliz Trevithick'in 1804'te Watt'ın buharlı makinası temeline dayanarak ilk lokomotifini gerçekleştirmesi ve bundan tam 21 yıl sonra İngiltere'de ilk demiryolunun açılması gerçekten çok büyük değişiklikleri beraberinde getirdi.

İlerleme önceleri çok yavaş bir seyir izledi. Suyu yükseltmede kullanılan ilk pompa 1700'de kullanılmasına karşın yeniliklerin yaygın bir şekilde kullanılabilen düzeye gelebilmesi için yaklaşık 150 yıl beklenmesi gerekti. Watt'ın makinaları, ilk olarak 19.yy. ortalarında, maden ocağı sanayinde, mekanik, demir ve çelik üretiminde kullanılmaya başlandılar. Bu ise üretim araç ve tekniklerindeki gelişmelerin yanı sıra toplumsal bir çok değişikliği de beraberinde getirdi. Loncaların etkinliğini kaybetmesinin ardından, iş yaşamında düzenlemelere gidilene ve sendika kurumunun etkin bir hale gelmesine kadar çok sancılı bir geçiş dönemi yaşandı. Çalışma saatlerinin 8 saate düşürülmesi için bile 1916 yılının beklenmesi gerekti.

Üretim tekniklerindeki asıl değişimi ise, ucuz otomobil üretime amacında olan bir mühendis, Henry Ford getirdi. 1903 yılında kendi otomobil şirketini kuran H. Ford, ucuz araba üretebilmek için çalışmalarına başladı. En sonunda seri bir şekilde üretebileceği ilk modeli "Model T", 5 yıllık bir dönem boyunca geliştirdiği 20. tasarımıydı. Bu modelin seri üretime uygun olmasını sağlayan iki temel özelliği vardı ; imalat için tasarlanması ve bir makinist şoför olmaksızın da kullanılabilmesi ve onarılabilmesiydi.

Henry Ford, "emek-sanat" türü üretimle, ucuz araba üretime amacına ulaşamayacağını çok iyi biliyordu. Bu yüzden emek-sanat türü üretimde üretilen ürünün pahalı olmasına neden olan unsurları üretim sisteminden ayıklaması gerekiyordu. Bunun için çalışmaları sonucunda; ("sertleşmiş metalleri" işleyebilen takım tezgahları kullanarak ki bu makina, oldukça yeni bir makinaydı)

¹ Bu incelemede Otomotiv Sanayii Derneği tarafından yayınlanan ve The Massachusetts Institute of Technology tarafından hazırlanan olan "Dünyayı Değiştiren Makina : Otomobil" adlı çalışmadan yararlanılmıştır.

otomobili oluşturacak parçalarda belirli bir standarda kavuşmuş, böylece tasarımları için belirli standartlar geliştirerek değişebilirliği sağlamıştır. Çok büyük bir çoğunluk seri üretimin anahtarı olarak hareket eden veya sürekli bir montaj hattını esas aldı. Ancak asıl anahtar daha ziyade, parçaların birbirlerinin yerine tam ve tutarlı olarak kullanılabilir şekilde değişebilir olması ve yine parçaların bağlanmasındaki basitlikti. Aynı şekilde işleri bölümlerine ayırmış, her bir işçisinin bu iş bölümlerinde uzmanlaşmasını sağlayarak vasıfsız işçilerle çalışabilme imkanını yaratmıştır.

Ürün tasarımı, değişebilirlik, basitlik, bağlantı kolaylığı gibi faktörler bir araya geldiğinde Ford, rakipleri üzerinde önemli bir avantaj sağlamıştır. En azından, daima her montaj fabrikasının nüvesini oluşturan tecrübeli montajcıları devre dışı bırakabilmiştir.

Ford en son, seri üretimin en belirgin özelliği olan akış bandını devreye soktuğunda daha önce (ürün sabitti ve montajcılar kendilerine verilen işi yapmak üzere ürüne gidiyorlardı) yaşadığı iki sorunu da aşmış oluyordu: Artık işçilerin hareket halinde kaybettikleri zamanlar tasarruf edilmiş, işçilerin bandın hızına uyuma zorunluluğu getirilerek karışıklıkların önüne geçilmişti.

1913 yılının ilkbaharında seri üretim teknikleri artık temellerine oturmuştu. Bundan böyle emek-sanat türü üretim yapan işletmelerin çok ciddi bir rakipleri vardı. Geline bu noktadan sonra onların yapabilecekleri tek şey bu değişime ayak uydurabilmektir. Seri üretim belki standart bir ürün sunuyordu ama çok geniş kitlelerin alım gücüne uygun bir fiyatla. Ford, eskilerin bir prestij malı olan otomobilde Amerikan çiftçilerine ve düşük gelir sahiplerine uygun modelleriyle pazarda boy gösteriyordu. Ve binlerce yıl süren bir üretim türü olan "emek-sanat" türü üretim, yerini kendisine göre bir hayli kısa ömürlü olacak olan "seri üretime" bırakıyordu.

Bu iki üretim türünün içerdiği unsurları karşılaştırmalı olarak, biraz daha detaya inerek incelerseniz Endüstri Devrimi'nin beraberinde getirdiği değişimleri de daha iyi görebilme şansımız olacaktır :

İSGÜCÜ : Üretimin her aşamasına vakıf vasıflı işçilerle çalışan "emek-sanat" türü üretim yerine "seri üretim" vasıfsız işçilerle çalışarak bir maliyet avantajı sağlamıştır. Seri üretimde işin bölünmesi esas alınmış ve bir işçi tek bir iş yapar duruma getirilmiştir. (Bir arabaya tek bir lastik takmak, bir somunu sıkmak vb.) 1915 yılında Ford fabrikasında 50 ayrı dil konuşan, çoğu Amerika'ya yeni gelmiş 7000'den fazla işçi çalışması bunun uç örneklerinden olmakla beraber durumu göstermesi açısından önem taşımaktadır. Böylece Ford, 1908 yılında

bir montajcının 514 dakika olan ortalama işlem süresini, 1913'te 1.9 dakikaya indirmeyi başarmıştır.

İş bölümlemesi ile işçinin yaptığı işte uzmanlaşacağı ve bu işi çok daha iyi yapacağı düşünülmüştür. Çalışan, sadece kendisine verilen iş emrini yerine getirecek, düşünsel veya herhangi başka bir yönden herhangi bir çalışma yapmayacaktır. Bu sistem, işleri hızlandırması açısından oldukça işe yaramış fakat çalışanların iş tatminlerini sağlayamamıştır. Bunu yüksek orandaki devamsızlıkların neden olduğu büyük oranlardaki iş saati kayıpları izlemiştir. Eskisi gibi işin bütününe öğrenemeyen işçilerin kendi işlerini kurabilecek bilgi ve birikime hiç bir zaman sahip olamayacaklarını fark etmiş olmaları da iş tatminsizliklerini arttıran önemli bir faktör olmuştur.

İş bölümlendirmesinin en büyük dezavantajı ise üretim bandında yapılan hataların ancak üretimin sonunda fark edilebiliyor olmasıydı. Bozukluklar fark edildikten sonra da ürünün düzeltilmesi için ek bir çabaya gerek duyulmaktaydı. Bu çaba üretim hattının sonunda, kalifiye elemanlardan oluşan bir grup tarafından gösterilmekteydi. Bu ek gayretlerin sonucunda, oldukça yüksek maliyetlerle ortaya çıkan ürün ise, üretim bandından çıkan diğer ürünlerdeki kaliteye dahi ulaşamıyordu.

ORGANİZASYON : Bir otomobil yaklaşık 10.000 adet parçanın montesi ile oluşur. Bu parçaların tümünün bir firma tarafından yapılmasıysa oldukça zordur. Sadece Ford tarafından belirli bir süre için denenmiş daha sonra bu uygulamadan vazgeçilmiştir. Bu durum sadece otomobil için değil diğer tüm ürünler için de geçerlidir. Bunun önemli bir sonucu ise firmanın üretimini sürdürebilmesi için gerekli malzemeleri kendi dışında bir firmadan alması zorunluluğudur. Bu ise bazı sorunları beraberinde getirmektedir.

Emek-sanat türü üretim yapan firmalarda tıpkı seri üretim firmalar gibi ihtiyaçları olan yarı mamulleri belirli taşeronlara yaptırmaktaydılar. Fakat sorun şuradaydı ki ana firmaların taşeronları hiç bir zaman standart bir ölçü sistemi kullanmıyorlardı. Bunun temel nedeni imalat aletlerinin sertleştirilmiş çeliği kesememesiydi. Bunun yerine, değişik taşeronlar, birbirinden biraz farklı ölçüler kullanarak, parçaları yapmaktaydılar. Sonradan ağır kullanım şartlarına dayanabilmeleri için yüzeylerinin sertleşmesi amacıyla parçalar fırınlanıyorlardı. Bu ise çoğunlukla parçaların çarpılmasına ve orjinal şekillerini kaybetmelerine neden oluyordu. Son bir kez daha elden geçen parçalar bu şekilde ana firmaya gönderiliyordu. Buraya ulaştıklarında en iyimser şekilde "takribi" olarak tanımlanabilirlerdi. Burada usta işçilerin elinde parçalar birbirlerine uyumlu hale getirildikten sonra ancak üretime

geçilebiliyordu. Bu üretim sonucunda ise, hiç bir zaman birbirinin aynısı olmayan, her biri birer prototip halindeki son mamul ortaya çıkmaktaydı.

Seri üretim döneminde ise artık sertleştirilmiş çeliği işleyebilen takım tezgahları mevcuttu ve ölçülerde belirli standartlar sağlanabilmekteydi. (Zaten bu özellik seri üretimin kilit özelliklerinden birini oluşturmaktadır.) Seri üretimin ilk yıllarında, bu sistemin mucidi olan Ford, tam bir dikey entegrasyona gitmiş, temel hammaddeden başlayarak üretimiyle ilgili her şeyi kendisi üretmeyi tercih etmiştir. Bu tercihin çok çeşitli nedenlerinin varlığı yanında temelde iki sebep etken olmuştur : Ford, daha önceden çalışılmadığı kadar hassas ölçülerde ve sık teslimatlara ihtiyaç duyuyor, bunu da ancak, yan sanayisinden çok önce geliştirdiği teknoloji ile, yine kendisi gerçekleştirebiliyordu. İkinci neden ise serbest piyasa ortamında bağımsız bir firmaya güvenmenin zorluklarından kaynaklanıyordu.

Her ne şekilde olursa olsun, ister tüm ihtiyaç duyulan parçaların dışarıdan alınması isterse kendilerine üretilmesi, üretim miktarının artması sonucunda firmalar dikkate değer büyüklüklere ulaşıyorlardı. Bu ise organizasyon yapısının kurulmasında ve yürütülmesinde büyük güçlüklerle yol açmaktaydı.

ÜRETİM ARAÇLARI : Emek-sanat türü üretimde kullanılan makineler birçok görevi yerine getirebilecek şekilde tasarlanmıştı. Ancak verilen her görev için yeni ayarlamalara ihtiyaç duyuluyordu. Bu ayarlamaları ancak iyi eğitilmiş, kalifiye elemanlar yapabiliyorlardı.

Seri üretimde ise her görev için yeni ayarlamalar yapacak vakit yoktu. İşler çok daha hızlı bir şekilde yürümeliydi. Ancak bu şekilde maliyetler aşağılara doğru çekilebilirdi. İşte bu nedenle özel görevler için özel makineler üretilirdi. Belirli görevler için alınmış bu makinelerin kullanımı ile işçi sadece parçayı makineye yerleştiriyor ve makineyi çalıştırıyordu. Böylece büyük miktarların üretiminde yüksek zaman tasarrufları sağlanabiliyordu. Yalnız bu sistemin en zayıf yönü elastiki olmayıştı. Görev değişiklikleri yapılması gerektiğinde ihtiyaç duyulan ayarlamaları yapmak çok uzun zaman almaktaydı. Bu da üretimi önemli ölçüde aksatmaktaydı. Bunun anlamı ise standart ürünlerde değişiklik yapmaya üretici firmaların sıcak bakmaması ve emek-sanat türü üretimdeki müşterinin özel isteklerini yerine getirebilme avantajının tamamen yok olmasıydı.

1900'lerin başından itibaren Amerika'da temelleri atılan ve hemen hemen tümüyle orada geliştirilen seri üretim sayesinde Amerika büyük oranda rakipsizdi.

Özellikle otomobil sektöründe ona ayak uydurmaya çalışan Avrupa, bu çabalarında başarılı olabilmek için 1950'li yılları beklemek zorundaydı. O dönemde ürün çeşitlilikleri ve yeni tasarımlarıyla Amerikalıların pazarlarını büyük ölçüde ellerinden aldılar. 1970'lere kadar başarı üzerine başarı sağlayan Avrupalılar da bundan sonra bir duraklama dönemine girdiler. Bunda en önemli etken, iş gücünün seri üretim faaliyetlerindeki rolünden tatmin olmamasıydı. Fabrikalarda çalışan insanlar işlerinden mutlu değillerdi ve sendikaları vasıtasıyla girdikleri pazarlıklarda ilk istekleri çalışma sürelerinin azaltılması oluyordu. 1980'lere gelindiğinde Amerika ve Avrupa'da sistem tıkanmıştı. Oysa 2. Dünya Savaşı'nın ardından Dünyanın diğer köşesinde, Japonya'da, farklı bir şeyler oluşuyordu. "Üretim anlayışına farklı bir bakış."

V-YALIN ÜRETİM SİSTEMLERİ

Hiçbir yeni fikir, tamamen olgunlaşmış olarak, bir boşluktan meydana çıkmaz. Üretim sistemlerinin gelişme süreci de bunun tipik bir örneği olarak karşımızda durmaktadır. Ayrıca denebilir ki yeni fikirler, ihtiyaçlardan bağımsız değildir. Emek-sanat türü üretimin zayıf yönleri belliydi ve H. Ford teknolojik gelişmelerin de desteği ile bu zayıf yönlerin üstesinden gelmişti. Ancak bu sistemin oluşturulabilmesi için gerçekleştirilmesi gereken belirli şartlar vardı. Bunların başında da özel işler için tasarlanmış pahalı makineler, düşük ücretlerle çalışmaya hazır yoğun bir iş gücü ve üretilen yüksek miktarda, düşük çeşitlilikte, standart ürünleri almaya hazır, çok sayıdaki müşteriler.

İkinci Dünya Savaşı'nın hemen ardından, izleyeceği iç ve dış politikaları Amerika'nın suflörlüğünde belirleyen yenik Japonya'da bu özelliklerin hemen hiç biri mevcut değildi. Büyük maliyetli üretim makinelerini yurda getirebilecek sermaye birikimine sahip olmamalarının yanı sıra yurt dışına çıkacak en ufak miktarlardaki dövize tahammülleri de yoktu. Ayrıca Amerika'nın istekleri doğrultusunda hazırlanan İş Kanunu ile çalışanlar ve sendikalar, iş verenlere karşı oldukça güçlenmişlerdi ki işçiler seri üretimin bilinen kötü şartlarında, düşük ücretlerle çalışmak istemiyorlardı. En son olarakta Japon pazarında talep daha çok ürün çeşitliliğini ve belirli miktarlardaki üretimi gerçekçi kılıyordu. Üstelik seri üretim sistemini kullanarak, yani oyunu onların kuralları ile oynayarak ne Amerikalı ne de Avrupalı müşterileri kendilerine çekebilirlerdi. Oysa ihracatın artması, o dönemde Japonların üzerinde en çok durdukları unsurdur.

Bunların sonucunda ise söylenebilecek tek bir şey vardı: Seri üretim sistemi. Japonların gerçekleştirebilecekleri bir sistem olmamasının yanı sıra

ihtiyaçları olan sistem de değildi. Onların ihtiyacı olan kendi imkanları çerçevesinde gerçekleştirebilecekleri, yepyeni bir bakış açısıydı. Ve bu bakış açısını ortaya çıkarmasını da bildiler. Başarıya ulaşmalarında ise özellikle bir firmanın rolü büyüktü : Toyota .

Eiji Toyoda ve Taiichi Ohno, 1940'larda seri üretime bir alternatif olabilecek üretim sistemlerini tasarlayabilmek için harekete geçtiler. Bu deneme kabiliyetindeki başlangıçtan 1960'ların başlarında tam anlamıyla çalışır konuma gelmiş olan "Toyota Üretim Sistemi" doğmuştur.

Seri üretimden yalın üretime geçiş, tıpkı emek-sanat türü üretimden seri üretime geçiş gibi bazı farklı bakış açıları, ihtiyaçlar, teknolojik ve tasarımsal gelişmeler temeline oturmuştur. Seri üretimde kullanılan pek çok makinanın yalın üretim anlayışında da kullanılabilmesi için gerekli dönüşümleri Ohno, uzun uğraşlar sonucunda tasarlamıştır. Bu çabalar hedeflerine ulaşmalarında gerçekten önemli kilometre taşları olmuştur. Bu yeni yaklaşımın daha iyi anlaşılabilmesi için onun yeni tekniklerinin nasıl işlediğine bir örnekle bakmak faydalı olacaktır.

Henry Ford'un tamamen çelik gövdeli Model A 'sı çıkmalı neredeyse altmış yıl olmuştu ve araç gövdeleri halen çelik saçlardan preslenmiş 300 civarında saç parçanın birbirine kaynaklanması ile elde ediliyordu. Bunun için ise mevcut iki yol vardı : Bunlardan birincisi, emek-sanat türü

üretim tarzını benimsemiş olan üreticilerin kullandığı yöntem, metal levhaların önce kaba bir şekilde kesilmesinden sonra bunların son şeklini alması için kalıp üzerinde el ile dövülmesiydi. Seri üretim yöntemini kullanan fabrikalar ise işe büyük rulo saçlarla başlarlar. ellerindeki bu levhayı otomatikleştirilmiş bir kesme presinden geçirdikten sonra bu parçaları, birbirlerine, uyan alt ve üst kalıpları içeren ağır preslere sokarlardı. Böylece iki boyut halindeki saç istenilen üç boyutlu parça haline gelirdi. Bu ağır makineler dakikada 12 vuruş üzerinden üç vardiya çalışarak yılda en az bir milyon parça üretmek üzere tasarlanılmıştı. Oysa bu pahalı makineleri üretim kapasiteleri Toyota için oldukça fazlaydı.

Bu pres makinelerinin bir başka dezavantajı ise, ağır kalıpların değişimi sırasında yaşanmaktaydı. Aynı pres hattı, kalıpların değiştirilmesi ile bir çok parçanın üretiminde kullanılabilirdi. Fakat bunu yapmak oldukça zordu. Kalıpların herbiri tonlarca ağırlığındaydı ve işçilerin bunları makinaya mutlak bir hassasiyetle ayarlamaları gerekiyordu. Çok hafif ayar bozuklukları bile parçalar üzerinde önemli bozukluklara sebebiyet vermekteydi. Ayrıca bir pres makinasının yeni parça için

ayarlanması ortalama bir gün alıyordu. Üretim hacminin yüksek olması durumunda her parçaya bir makinanın tahsis edilmesi ile sorun çözülebilirdi. Ancak bu, Toyota için bir çözüm değildi.

Taiichi Ohno'nun sermaye bütçesi pratikte tüm arabanın birkaç prestin çıkmasını emrediyordu. Ohno çıkış noktasını, bu kalıpların kullanımını basitleştirerek daha kolay ve sık değiştirilebilecek şekilde tasarlamakta buldu. Bu çalışma on yıla yakın bir süre aldı. Sonunda bir tam günlük bu süreyi, kalıp değiştirme uzmanları yerine kendi işçisini kullanarak, şaşırtıcı bir şekilde üç dakikaya indirdi. Ayrıca bu keşfin umulmadık iki etkisi de daha sonra fark edildi. Bunlardan birincisi, küçük miktarlarda yapılan preslemenin büyük miktarlarda yapılan preslemeye oranla bir parça başına maliyet avantajının olmasıydı. Bunu sebebi büyük miktarlardaki bitmiş parça stok taşıma maliyetleri ortadan kalkmış oluyordu. Daha da önemli olan ikinci avantaj ise, bir otomobile monte etmeden önce sadece birkaç parça yapmak, pres baskı hatalarının anında ortaya çıkmasını sağlıyordu. Böylelikle pres atölyesindeki kaliteye çok daha fazla önem verilebiliyor, bu ise imalattan sonra anlaşılabilen ve büyük maliyetlere sebep olan hataların ortaya çıkmadan engellenmesini sağlıyordu.

Bu sistemin ihtiyaç duyduğu en önemli unsur ise iyi eğitilmiş ve motive edilmiş insan gücüydü. Sistemin sürekliliğini sağlayabilmek için işçilerin sorunlar ortaya çıkmadan önce sezineyleyip, çözümlemeleri hakkında düşünme inisiyatifi ele almaları gerekmektedir. Aksi takdirde sistem en ufak bir aksilikte aksayacak, çalışmayacaktı.

Taiichi Ohno'nun üretimin temel unsurlarına getirdiği yeni bakış açılarını daha yakından incelersek, Ford ile benzerliklerini ve farklılıklarını, yola çıkış noktalarını, dayandığı temelleri, ulaştığı sonucu ve günümüz yaşam biçimine etkilerini daha iyi anlamlandırabiliriz.

İSGÜCÜ : 1940'ların sonunda karşılaşılan ekonomik durgunluk Toyota Şirketi'ni de etkiledi. Aile krize karşı bir çözüm bulma amacıyla işgücünün dörtte birini işten çıkartmayı teklif etti. Ancak işçiler bu duruma sert tepki gösterdiler. 1946 yılında sendikalara verilen haklar ve işten çıkarmalara getirilen sınırlamaların da etkisiyle şirket sendika ile uzlaşma yolları aradı. Sonuçta işçilerin işten çıkartılması kabul edilirken, kalan işçilerin hayat boyu işleri güvence altına alındı ve kıdemlilik esasına göre ikramiye sistemi getirildi. Artık Toyota (ki diğer pek çok firmada da benzer uygulamalar eş zamanlı olarak başlamıştı) işgücünü değişken bir maliyet olarak kabul edemeyecekti. Onlar da artık makineler gibi sabit

birer maliyettiler. Ancak kıdeme göre bir ücretlendirme yöntemi uygulamaya sokulduğu için işçilerin de iş değiştirmeye pek istekli olmayacakları açıktı.

Aslında bu durum Ohno için bir avantaj olarak değerlendirilebilirdi. Çalışanlarda bir firma bilinci yaratılabilir, onları kaybetme endişesi olmasızın yetiştirilebilirlerdi. Zaten öyle de oldu. İşçilerinin sürekli eğitim durumlarını yükselten, onların sadece kas gücünden değil bilgi ve deneyimlerinden de yararlanabildiği iş tatmininin tam olarak sağlandığı bir ortam kuruldu. Böylece Ohno da sistemini aksatmaksızın yürütebilecek nitelikli işgücünü kazanmış oluyordu.

SON MONTAJ FABRİKASI : Nitelikli, iş tatmini sağlanmış, çaba ve bilgisini işine aktarmaya hazır işgücünün kazanılması gerçekten kazanılmış büyük bir avantaj olarak karşımıza çıkmaktadır. İnsanlara ömür boyu iş garantisi vermek ve kıdeme göre ikramiye sasını getirmek tüm bu özellikleri insanlarda bir anda oluşturmuyordu. İş koşullarının da belirli bir düzene sokulması gerekiyordu.

Fabrikada, seri üretimin kendilerinden sadece verilen iş emirlerini yerine getirmesi beklenen işçileri yerine, tamamıyla üretime katılan, inisiyatif sahibi bireyleri haline gelmişlerdir. Despot ustabaşı anlayışı yerine takım çalışmalarının getirilmesi ve takım liderinin de (ustabaşının aksine) üretimde yer alması oluşturulan sistemde ki önemli değişikliklerdi. Daha sonraları bu takımlara küçük ek görevler de verilmeye başlandı. Bu küçük görevlerin yavaş yavaş geliştirilmesi ve takımları birlikte çalışmaya başlamalarının ardından takımlara süreçlerin geliştirilmesine yönelik çalışmalar yapması için zaman ayrılmaya da başlandı.

Bu noktadan sonra ileri bir safha "Yeniden işlem" hakkında yapılan çalışmaları. Seri üretimde, üretimi durdurmamak için, hatalı parçaların geçmesine izi vermek anlayışı vardı. Hatalı parçalar üretim hattının sonunda ayrıca bir çaba ile keşfediliyor, ya düzeltilmesi için yeniden işleme tâbi tutuluyor ya da iskartaya ayrılıyordu. Bu ise önemli bir maliyete ve kalitesizliğe neden oluyordu. Ohno ise buna tezat bir uygulama yolunu seçti. Her iş istasyonunun üstüne bir kablo yerleştirdi ve işçilerden tamir edemedikleri bir sorun çıkarsa derhal hattı durdurmalarını istedi. Böylelikle tüm ekip sorunu çözmek üzere o noktaya gelecekti.

Yalnız burada bir şey daha yapıldı ; sistemde çıkan arızalara tesadüfi olaylar olarak bakmak yerine işçilere olaylar karşısında soru sormaları ve problemin kaynağını bularak çözmeleri öğretildi. Böylece bir işçi bir sorunla karşılaştığında, sistemli bir şekilde bunun kaynağını

araştırıyor ve sorunun bir daha tekrar etmemesini sağlıyordu.

Bu fikirler denenmeye başladığında üretim hattı devamlı duruyordu, bu durum çalışanların moralini bozuyordu. Ancak karşılaşılan sorunlarla baş etme alışkanlıkları kazanıldıkça ve problemler köklü bir şekilde çözüldükçe üretim hattının durma sayısı da giderek azaldı. Bugün her işçinin üretim hattını durdurma yetkisi olan Toyota fabrikasında ürün verme oranı yüzde yüze yaklaşmaktadır. Bunun anlamı ise üretim hattının pratikte hiç durmadığıdır. Oysa seri üretimle çalışan fabrikalarda yüzde doksanlık bir ürün verme oranı başarılı kabul edilmektedir.

Çok daha çarpıcı bir sonuç hattın sonunda ortaya çıkmaktadır. Seri üretimin hattın sonunda yaşadığı "yeniden işlem" sorunu tamamen ortadan kalkmıştır. Ayrıca üretilen ürünlerin kalitesi de çok daha yüksektir.

Yeniden işlemi yok etmenin önemini belirtmek için iki rakamı belirtmek yeterli olacaktır. Seri üretimle çalışan firmalar bugün, çalışma sürelerinin %25'ini, fabrika alanlarının %20'sini hataları düzeltme işine ayırmaktadırlar. Yalın üretim sistemlerinde bu oranlar sıfırdır.

İKMAL ZİNCİRİ : H. Ford, ikmal zincirini, tam anlamıyla bir dikey entegrasyona giderek kendi içinde kurmuştu. Seri üretim sistemini uygulayan başka hiç bir firma bu yöntemi uygulamadı. Zaten Ford'ta 2. Dünya Savaşı sonrasında bu sistemden vazgeçti, fakat "al ya da üret" sorunu firmaların vermeleri gereken önemli bir sorun olarak kaldı. Firmalar durumlarına göre ihtiyaçları olan parçaların belirli bir miktarını yan sanayi firmalarından tedarik etmeliydiler. Ancak oranlar firmalar için farklılık arz ediyordu. GM' de %30'lar civarında gerçekleşirken, Porsche ya da Saab'ta %75'lere kadar çıkabiliyordu. Ford'ta ise bu oran %50'lere kadar çıkmıştı.

Ayrıca ikmal zincirinin kurulmasında tek sorun "al ya da yap" kararının verilmesi değildi. Mal alınacak firmaların seçimi ve onlarla yürütülen ilişkiler de önemli bir unsurdu. Seri üreticiler, yan sanayi firmalarını büyük oranda, güvenilmez ve sadakatsiz olarak nitelendirme eğilimindeydiler. Bunun da bir sonucu olarak ilişkiler oldukça mesafeliydi. Ayrıca her bir parça için çok sayıda tedarikçiyi elde tutmak, böylece serbest piyasa koşullarını kurarak hem tedarikçinin fazla kâr etmesini engellemek hem de kendilerini güvende hissetmek arzusundaydılar. Bunların sonucunda ise büyük oranda alışverişlerde kısa süreli ilişkiler yaşanmaktaydı. Ana firma ihtiyacı olan parçayı belirlemekte, çizimlerini tedarikçilere göndererek, belirli kalite sınırlamaları içerisinde, onlardan fiyat

istemekteydi. Fiyat tedarikçinin seçiminde dikkat edilen tek unsurdur. Teknik desteğin verilmediği, işin bütününden habersiz bırakılan tedarikçiler de tıpkı iş görenler gibi sadece kendilerinden istenen parçayı, istenilen zaman ve miktarda üretmekle yükümlüdürler. Kendilerinden daha fazla bir şey beklenmiyordu.

Oysa yalnız üretim sistemlerinde yan sanayi ile ortak çalışma ortamı yaratılmış, karşılıklı güven ve destek temellerine dayanan yapı kurulmuştur. Öncelikle beraber çalışılan tedarikçi sayısı bir ya da ikiye indirilmiş, ilişkiler uzun vadeye yayılmıştır. Tedarikçilerden yalnızca mali üretmesi istenmemekte ürünün tasarımı da kendilerine bırakılmaktadır. Bunun için gerekli bilgi, eğitim ve teknolojik destek firmaya sağlanmaktadır. Yalnız onlardan sıfır hata ile çalışmaları beklenmekte, çok sıkı denetimler yapılmaktadır. Giriş kalite kontrol hemen hemen bitmiş, istatistiksel proses kontrol bir yaşam tarzı haline getirilmiştir.

MÜŞTERİ İLİŞKİLERİ : Yalnız üretim sistemleri temelinde müşteri esaslı sistemlerdir. Seri üretimde üretilen çeşitliliği olmayan, standart ürünlerin temel özelliği kolay kullanım ve onarımlarıdır. Müşterinin özel istekleri dikkate alınmamaktaydı. Bunun en önemli nedeni ise üretim sürecinin inelastik yapısıydı. Oysa Toyota'nın geliştirdiği üretim yapısı müşterilerinin özel isteklerini de değerlendirmeye alabilmelerini sağlayan bir yapıydı.

Toyota bu avantajını kullanmak niyetiyle, kurduğu ikmal zincirinin temel esaslarına benzeyen bir yapıda montajcı-bayi-müşteri zincirini kurdu. Bu zincir müşteri esaslı bir zincirdi ve uzun dönemli ilişkilere dayandırıldı.

Görüldüğü gibi aslında Toyota'nın yaptığı Ford'un ortaya koyduğu değerlerin eksik yanlarını kendi ihtiyaç ve olanakları doğrultusunda düzeltmekten ibaretti. Ancak burada Toyota Üretim Sistemi'nin özellikle vurgulamak istediğimiz yanı "yaratıcı" yanındır, ortaya koyduğu düşünce sistemidir. Toyota, mevcut imkanlarla daha üst noktalara ulaşabilmeyi sağlamıştı ve bunu sistemin baş mimarı olan Taiichi Ohno'nun da dile getirdiği gibi Ford'un bıraktığı birikimler sayesinde başarmışlardı.(4)

VI-SONUÇ

Önce insan ve evcilleştirilmiş hayvanlar başlıca güç kaynaklarıydı. Daha sonra insan zekası, rüzgar ve su gücünü de kendi gücüne kattı. Bu yeni güç kaynakları pek çok yeniliği beraberinde getirdi. Artık üretim yalnızca insan ve hayvan gücüne bağlı değildi. İnsan, daha büyük ve sürekli iki güç kaynağı daha kazanmıştı. Üretim anlayışı, bu yeni güç kaynaklarına uygun makinelerin hayata geçirilmesiyle önemli değişiklikler yaşadı. Bu da toplumsal

hayatı birebir etkiledi. Ancak zaman içerisinde bu gelişim ivmesi yavaşladı ve gelişim süreci bir duraklama dönemine girdi. Hızlı bir değişim döneminin ardından yüzlerce yıl üretim biçimlerinde ciddi bir değişim yaşanmadan geçti.

1800'lü yıllara gelindiğinde ise, uzun yıllardır bilinmesine karşın pratik hayatta kullanımı sağlanamamış iki güç kaynağı insan egemenliğine sokuldu. Buhar ve Elektrik. Özellikle James Watt'ın buhar gücüyle çalışan makineleri üretim alanında yeni bir atılımı beraberinde getirdi. Bu iki güç kaynağına zaman içerisinde Petrol ve Atom gücünün de eklenmesiyle değişim daha da hızlandı. Bu yeni güç kaynaklarıyla çalışan, gelişmiş makinelerin devreye girmesiyle hayatımız son 100 yıl içerisinde belki de bugüne kadar ki en büyük ve hızlı değişimi yaşadı. Ancak 2000'li yıllara iyice yaklaştığımız bu yıllarda gelişim hızı, ilk yıllara oranla bir hali yavaşladı. Denilebilir ki artık Endüstri Devrimi ile başlayan gelişim süreci de, aynı Roma ve Orta Çağ dönemlerinde olduğu gibi bir duraklama devrine girmiştir. Bundan sonra üretim araç ve yöntemlerinde büyük bir değişiklik olmayacağını söylemek yanıltıcı olmayacaktır.

Çağımız çok büyük değişimlerin, çok hızlı bir şekilde yaşandığı bir çağ olmuştur. Bu değişim süreci, yerini bir durağanlığa ağır ağır bırakacaktır. Bu noktadan sonra ancak bugün kullandığımız araçlarda ve yöntemlerde küçük iyileştirmelere gidilebilecektir. (Daha küçük bilgisayarlar, daha gelişmiş uçaklar, trenler vb.) Yüzyılın başından itibaren süregelen dönemi tarihsel bir süreç içerisinde değerlendirdiğimizde ise, her biri yaşantılarımızı hiç ummadığımız noktalara getiren "büyük buluşlar" döneminin artık kapandığını söyleyebiliriz.

Denilebilir ki 100 sene önce kabaran ve dünyamızı oldukça değiştiren sular artık durulmaktadır, en azından insanoğlu birikimleriyle beraber bir sonraki gelişim basamağına ulaşana kadar.

KAYNAKÇA

- 1-) C. Northcote PARKINSON, "Siyasal Düşüncenin Evrimi", Remzi Kitabevi, 1984.
- 2-) J.G. LANDELS, "Eski Yunan ve Roma'da Mühendislik", TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları Dizisi, Kasım 1996.
- 3-) Jean GIMPEL, "Ortaçağda Endüstri Devrimi", TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları Dizisi, Aralık 1996.
- 4-) Taiichi OHNO, "Toyota Ruhu", Scala Yayıncılık, 1996.
- 5-) J.P. WOMACK, D.T. JONES, D. ROOS, "Dünyayı Değiştiren Makina", Otomotiv Sanayii Derneği, 1990.