



Ankara Üniversitesi
ZİRAAT FAKÜLTESİ

Yayın No: 1442
Ders Kitabı: 423



TARIMSAL MEKANİZASYONDA SİSTEM ANALİZİ

II.BASKI

Prof.Dr.Baha Galip TUNALIGİL

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Tarım Makinaları Bölümü

Prof.Dr.Bülent EKER

Teşekya Üniversitesi Tokatlıp Ziraat Fakültesi
Tarım Makinaları Bölümü

Ankara - 1996

Ankara Üniversitesi
Ziraat Fakültesi Yayınları No: 1442
Ders Kitabı:423

TARIMSAL MEKANİZASYONDA SİSTEM ANALİZİ

II.BASKI

Prof.Dr.Baha Galip TUNALIGİL

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Tarım Makinaları Bölümü

Prof.Dr.Bülent EKER

Ankara Üniversitesi Tokatlı Ziraat Fakültesi
Tarım Makinaları Bölümü

ANKARA
1996

I. BASKI 1987

II. BASKI 1996

ISBN 975-482-314-6

A.Ç.Ziraat Fakültesi Halkla İlişkiler ve Yayın Ünitesi 1995 - ANKARA

ÖNSÖZ

Verimlilik; eldeki sistemin amaç doğrultusunda kısıtlı etmenler altında en yüksek değere ulaşırma başarısıdır. Sistem analizi ise; kaynakların belirli amaçlara optimal bir biçimde erişilebilmesi yönünden düzenleme biçimlerini belirleyen kuralların düzenlenmiş bir kümesidir.

Son yıllarda hemen hemen bütün disiplinlerde uygulama alanı bulan sistem analizi teknikleri, günümüzde tarım alanına da girmiştir. Üretimin yönlendirilmesi, verimin artmasına uygun sistemlerin oluşturulması vb. uygulamalar ile etkili olmaktadır. Kalkınmakta olan ülkemizin sanayileşme aşamalarına, dışsatımının büyümesine tarıma dayalı üretimlerin etkili bir kaynak olduğu görülmektedir. Bu kaynağın en iyi şekilde kullanılması, çok amaçlı doğru kararların alınmasına, kantitatif analizlerin yapılmasına, optimal çözümlerin bulunmasına bağlıdır.

Heri ülkelerde çok üst düzeyde kullanılan sistem analizi uygulamalarının yakın gelecekte ülkemizde etkin, bilinçli ve sonuç alıcı düzeylerde yer alması en içten dileklerimizdendir.

İşte bu amaç ile hazırladığımız çalışma, konuya geniş açıdan bakarak tarımsal mekanizasyonda sistem analizi disiplinine ışık tutmak amacıyla içermektedir. Ancak son gelişmeleri ve uygulamaları ikinci baskıya alamamamız büyük üzüntümüz olmuştur. Eserin bu konuda çalışanlara yararlı olması en büyük dileğimizdir.

Ankara, 1996

Prof.Dr. Baba Galip TUNALIGİL

Prof.Dr. Bülent EKER

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖNSÖZ	
1. GİRİŞ	7
2. ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ve YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI	11
2.1. Endüstri Mühendisliği	11
2.2. Yöneylem Araştırmaları	13
2.2.1. Yöneylem Araştırmasının Tanımı	16
2.2.2. Yöneylem Araştırmasının İçeriği	20
2.2.3. Yöneylem Araştırmasının Özellikleri	21
2.2.4. Yöneylem Araştırmasında Kullanılan Yöntemler	22
2.2.5. Yöneylem Araştırma Teknikleri	22
3. SİSTEM KAVRAMI	27
3.1. Sistemin Temel Yapısı	29
3.1.1. Sistemin Amacı	30
3.1.2. Sistemin Çevresi	30
3.1.3. Sistemin Kaynakları	30
3.1.4. Sistemin Bileşenleri	31
3.1.5. Sistemin İşletimi	31
3.1.6. Sistemin Çatırması	31
3.2. Sistemin Davranışsal Sınıflandırılması	31
3.2.1. Durumu Kontrolsüz Sistem	32
3.2.2. Amaç Güdücü Sistem	33
3.2.3. Çok Amaçlı Sistem	33
3.2.4. İdeal Güdücü Sistem	33
3.3. Sistem ve Elemanları Arası Etkileşim	33
3.3.1. Adaptasyon	34
3.3.2. Organizasyon	34
3.4. Sistem Terminolojisi	34
	5

4. SİSTEM ANALİZİ VE TARIMSAL MEKANİZASYONA UYARLANMASI	36
4.1. Sistem Analizi Teknikleri	40
4.1.1. Problemlerin Formülasyonu	40
4.1.2. Model Kurma ve Çözme	43
4.1.2.1. Kona ile İlgili Örnek	42
4.1.3. Doğrusal Programlama	43
4.1.3.1. Kona ile İlgili Örnek	47
4.1.4. Dyanlar Teorisi	58
4.1.4.1. Kona ile İlgili Örnekler	58
4.1.5. Dinamik Programlama	59
4.1.5.1. Kona ile İlgili Örnek	60
4.1.6. Simulasyon Tekniği	62
4.1.6.1. Kona ile İlgili Örnek	62
4.1.7. PERT ve CPM Yöntemleri	67
4.1.7.1. Kona ile İlgili Örnek	67
4.1.8. Diğer Yöntemler	68
5. TARIM MAKİNALARI İMALATINDA ORGANİZASYON	73
5.1. Fabrika Organizasyonu	74
5.1.1. Düzenleme ve Yerleştirme	77
5.1.2. Düzenlemeye Zorlayan Nedenler	78
5.1.3. Düzenlemenin Yararlandığı Teknikler	79
5.1.4. Başarılı Bir Düzenlemenin Hedefleri	81
5.1.5. Düzenlemenin Temel Dayanakları	82
5.1.6. Başlıca Düzenleme Çeşitleri	85
5.1.7. Düzenleme İşlemlerinin Faydaları	87
5.2. Tarım Makinaları Üreten Fabrikalar	87
6. TARIM MAKİNALARI FABRİKALARINDA İŞ SİSTEMLERİ	91
6.1. Mamül Tasarlama	97
6.2. Üretim Prosesinin Saptanması	98
6.3. Fabrika Kapasitesinin Saptanması	98
7. TARIM MAKİNALARI FABRİKALARINDA ORGANİZASYON	102
7.1. Üretim Çeşitlerine Bağlı Organizasyon	110
7.2. Bazı Tarım Makinaları Yapım Aşamaları	111
8. TARIMSAL MEKANİZASYON ÇALIŞMALARINDA BİLGİSAYAR KULLANIMI	119
8.1. Kona ile İlgili Örnek Program	124
9. KAYNAKLAR	137

1. GİRİŞ

21. Yüzyıla yaklaştığı bir dönemde gündengüne hızlı bir değişim içerisinde olan teknolojinin insanlığa yeni ufuklar açtığı yadsınamaz bir gerçektir. Bu hızlı gelişimle ulaşılmış düşünülen ön hedef, her alanda verim artışı sağlamaktır. İnsanlığın refahı uğrunda yapılan bu tür çalışmalar giderek bütün toplumlara yansıtılacak ve tüm insanlar bu gelişmelerden nasiplerini alacaklardır. Uzay ve bilgisayar çağı olarak adlandırılan bu dönemde insan beyninin görevlerini bilgisayarlara aktaracak işlemleri en kısa zamanda sonuçlandırma olanağına kavuşulmuş ve zaman yarışında başarıya ulaşılmıştır. Hemen hemen tüm alanlarda bilgisayar kullanımını sağlamak amacıyla team-work çalışmaları geliştirilmiş, veri bankaları kurulmuş ve yöneylem araştırması teknikleri yaygınlaştırılmıştır.

Cumhuriyetimizin kuruluşundanberi gelişmemiz ve kalkınmamızın temel kaynaklarından biri kabul olunan tarımımız bütün çabalara karşın istenilen düzeyde bir gelişmeye ulaştırılmamıştır. Tarımımızda da verimliliğin ve üretkenliğin artırılması yolunda çok çeşitli çalışmalar, araştırmalar ve planlamalar yapılmış, ancak özlenen sonuçlara günümüzde bile ulaşılamamıştır.

Ülkemiz tarımına ilişkin veriler, gelişmemiş bir tarım ülkesi niteliğini ortaya koymaktadır. Gelişiminin sanayileşme ve dışsattım kesimindeki sanayi unsurlarının yüzdesiyle (imal ve hizmet üretim hacmini, milli geliri arttırmak) açıklandığı günümüzde, bu aşama tarım düzeyinden sıyrılarak tarıma dayalı sanayi ve sanayi düzeyine geçişimle gerçekleştirilecektir. Sonuçta tarımsal gelişimle sermaye birikimi sağlamak, bunu sanayi kesimine aktarmak, kırsal kesimdeki nüfusu azaltarak sanayide istihdam etmek, dışsattımımızda tarıma dayalı sanayi ve sanayi ürünleri oranını yükselterek dışsattım hacmini arttırmak, kalkınmamızın temel levyesi olmaktadır.

Bugün tarımın geliştirilmesi birim alandan elde olunan üretimin nitelik-niçelik yönünden artırılmasına, onu geliştirecek ileri tarım

teknikleri uygulamalarına ve üretimin değerlendirilmesine dayanmaktadır. Tarımsal girdilerin sanayileşerek ülke içinde üretilip en ucuz ve etkili bir şekilde çiftçinin kullanımına sunulmaları gerekmektedir. Günümüzde tarım ülkesi niteliğinden sıyrılmanın bir dayanağı olan etkili bir tarımsal mekanizasyon, tarımsal üretimi ve verimi yükseltici bir levye olmakta, buna karşın tarımda işçi sayısını azaltmakta ve belli bir oranda işgücünü boşa çıkarmaktadır. Boşa çıkan bu işçi topluluğu geri kalmış ülkelerde tarımsal mekanizasyonun sonucu olarak gösterilmekteyse de, işgüçlerine tarıma dayalı sanayi ve hizmet sektöründe istihdam olanağı yaratabilen ülkeler için bir gelişmişlik ölçüsüdür. Doğurganlık, kırsal kesimden kentlere akış, gelir dağılımı, kırsal kesim yatırımları gibi sorunlar tarım ve kırsal kesim kanadına ilişkin reform ve planlamalarla çözümü beklemektedir. 60 yıldan beri ülkemizde bir çok atılım kırsal alanlara hizmet götürmek için yapılmaktadır. Fakat acı da olsa bir gerçektir ki günümüzde kırsal kesimin sorunları yine de çok sayıdadır. Yol, su, elektrik, okul, sağlık, tarımsal yatırımlar gibi çeşitli sorunların organizasyonlarla düzenlenerek kırsal alanlarda nüfus bağlayıcı yönde çözümlenmeleri zorunludur. Kırsal alanlarda da bazı sanayi yatırımlarını özendirerek, hayat standardını yükseltecek, geniş bir gizli işsiz kitlesinin istihdamına olanak sağlayacak atılımlar yapılmalıdır. Başlangıçta dayanağı dışalım olan bir sanayileşme, montajcılıktan yerli yapımçılığa dönüştürülebilmiş ancak nitelik-yönünden doyurucu düzeye ulaştırılmamıştır. Günümüzde standart üniteler yapabilen dallara kavuşulabildiği, dışalım gerçekleştirilen imalatlara ulaşılabilmesine karşın, pekçok sanayi kolunda dışa bağımlılık yüzdesi yüksek kalmıştır. Sanayileşme dayanaklarının öz kaynaklarla beslenebildiği, yatırımların güçlendirilerek dışa bağımlılığın azaltılabildiği dışalım potansiyelimizin hangi politik, teknik düzenlemelerle artırabileceği yönünde yapılan araştırma, çalışma ve yatırımlar ne kadar kısa bir gelecekte ülkemiz sanayi düzeyini yükseltirse kalktırmamız o kadar hızlandırılmış olacaktır.

Kalkınmakta olan ve sanayileşme aşamalarını hızlı gerçekleştirmeye yönelmiş ülkemizde sanayileşmenin ana sorunları, sektörel sanayilere de yansımaktadır. Üretim gücünün, verim ve kalitenin, işgücü, enerji ve makina kullanılarak yükseltilmesi olan sanayileşme, kalkınmanın bir başka deyişi olup, ülkelerin ancak bu yol ile sağlayacakları ekonomik genişlemeleriyle çağdaş uygarlığa ulaşabileceklerini ortaya koymaktadır. Sanayileşmemiz, yeni teknolojilerin transferleriyle, bunlardan yararlanılarak teknoloji üretimine, bu teknolojileri bilinçli ve

akılcı biçimde potansiyellerimizi kullanmadaki becerilerimize, kaliteli, standart ve rakipleriyle yarışabilir özelliklerdeki üretimlerimizin dışsatımlarını gerçekleştirebilmemize dayanmaktadır. Bu da genelde iyi ve gerçekçi bir şekilde planlanmış, hedefleri ve uygulamaları saptanmış, siyasi ve yasal yolları aydınlanmış ekonomi ve dışsattım politikaları gerektirmektedir? Türk tarım makineleri saynayımin son yıllarda içine düştüğü kriz'den kurtarılması, sorunlarının iyi analiz edilmesine, doğru çözümlerin bulunarak etkili şekilde uygulanmalarına bağlıdır. Gelecekte dışsattımdaki genişlemelere de bağlı olan bu sanayi için dış dinamiğe göre yatırımlar yapılarak kaliteli üretimlerin artırılması, yeni üretim alanlarına kayılması, tarıma dayalı sanayi makina ve tesisleri imalatlarına yönelmesi, AET'nin pazarı olan durumunu azaltarak, AET pazarlarına girilmesi gerekmektedir. Bunun temel yolu, ilgili bakanlıklar, kuruluşlar ve üniversiteler arasında eşgüdümlü çalışmaların, araştırmaların yapılarak, akılcı stratejilerin saptanması ve uygulamalara konulmasıdır.

Günümüzde çeşitli tanımlara esas olan bazı ölçütler, kalkınma tanımının içeriğine alınmaktadır. Sanayileşme, Milli Gelir, Gayri Safi Milli Hasıla, Kalkınma (Büyüme) Hızı, Gelir Dağılımı, Dış Ticaret Rejimi, Ödeme Dengesi, Dışsattım Hacmi, Dış sattımda Sanayi Malları Yüzdesi vb. gibi ölçütler bir ülkenin kalkınmışlığı yada gelişmişliğini belirlemektedir. Kalkınma yada Sanayileşme'de Sistem Seçimi gerçekleştirilmeli ve yapısal değişmeye (emek Yoğun-Sermaye Yoğun) yönelimelidir. Planlı Dönemde Kalkınmanın adım adım gerçekleştirilmesine çalışılmış, ancak bazen plan uygulamalarından sapılmış, bu nedenle plannın hedef gerçekleştirmeleri düşük olmuştur.

Planlama, Eşgüdüm, İzleme ve Değerlendirmeyi getirir. Genel bir bakışla ülke genelinde irdelenmeler ve yönlendirmeler yapar. Hedeflerin gerçekleşme oranları kalkınmanın göstergeleridir. Teknik İşbirliği (Teknoloji Transferi), İkili Anlaşmalar yollarıyla kendine özgü teknoloji üretimine yönelir. Ara Mallarında Dışa Bağımlılık azaldıkça, sanayileşme aşamaları hızlanır. Ülkemiz kalkınması SANAYİ ve TARIMDA iki yönlü güçlenmeye olacaktır. Tarım ve Tarıma Dayalı Sanayi Aşamaları yollarıyla SANAYİLEŞME hızlandırılacaktır.

Uluslararası ekonomik ilişki ve sermaye hareketlerinin çok hızlı bir düzeye ulaştığı günümüzde ülkemizin de dünya piyasalarını tanıması ve açılıma geçmesi zorunluluk göstermektedir. Bu zorunluluğun önemli nedeni gelişimi ve kalkınmasının temel dayanağı olan dışsattım gelirleridir. Öte taraftan kaliteli üretim artışı sağlayarak dışsattımı ger-

çıkartılacak bir atılımla, ülkemiz özlenen kalkınma atılımlarına kavuşturulabilecektir.

Aynı mal üreten büyük ölçekli firmaların (Çokuluslu şirket) düşük paylı işlere el atmamalarından yararlanarak, deneyimizin az olmasına karşın dış ülkelerde özellikle Ortadoğu ile Afrika ve Körfez ülkelerinde yapabileceğimiz işlerin olabileceği açıktır. Ancak o ülkelere ulusal hükümetlerin yabancı firmalara karşı davranışlarına göre sunulacak mal yada hizmetlerin iyi incelenmeleri ve gerçekleştirilme yönteminin iyi saptanması gerekmektedir. Bu ise iyi bir araştırma geliştirme ve etkin bir iletişimle sağlanabilir. Bunun içindirki iyi örgütlenmiş dışsatım şirketleri aracılığıyla dışa açılacak Türk üreticileri gerekli birleşim içerisinde güçlü ve akılcı bir araştırma geliştirme işlemi gerçekleştirmelidirler. Böylece yanlış girişimler önlenerek, zaman ve para kayıplarına düşülmeyecektir.

Dışsatım organizasyonunun dayanakları ile bunlara bağlı uygulamalar ülkemizin özlediği kalkınma atılımlarının başında gelecektir. AET Eşiğinde Türk Sanayisi ve Ekonomisi artık bu kapıyı çalmaktadır. Özellikle işlenmiş gıda ürünleri, tarım makineleri ve bazı mühendislik hizmetleri alanlarında dışsatım organizasyonu ivedi bir çözüm beklemektedir. Bu organizasyonda titiz ve gerçekçi çalışmaların yapılma ve yasal düzenlemelerin gerçekleştirilme zamanı içindeyiz.

Bugün bilgisayarlarla çöllerde sulama, hava ısıklığı, nemliliği ve rüzgârın yönüne göre gerçekleştirilerek su en ekonomik bir şekilde kullanılmaktadır. Daire şeklinde raylar üzerine yerleştirilen sorular güneş ışığına göre dönerek ıyınlardan en akılcı bir şekilde yararlanılmaktadır. Uzaktan kontrol sistemleriyle otomasyona ulaşılmış bir tarım yapılmaktadır. Tarımsal üretimde sistem problemlerinin çözümlenerek optimizasyonları, üretimlere uygun mekanizasyon trenleri, modeller kullanılarak simülasyon teknikleriyle sistem analizleri yapılmakta ve bu çalışmalarda da bilgisayarlardan yararlanılmaktadır. Son yıllarda tarım sektörüne de giren yöneylem araştırması teknikleri ile tarıma ilişkin pekçok sorunun çözümlenebileceği açık bir gerçektir. Bu bakımdan tarımcıların da bu teknikleri tanımaları, bilmeleri ve kullanabilir düzeyde ulaşmaları en büyük özelemlerimizdendir.

İster tarım işletmelerinde, ister tarımsal girdi üreten yada tarım ürünlerini değerlendiren işletmelerde üretimin nitelik ve nicelik yönünden artırılması, doğru seçimlerin yapılmasına, doğru kararların alınmasına, makro-mikro düzeyde kaynak dağılımı sorunlarının çözümlenebilmesine dayanır. İşletme teknikleri etkin uygulamalarına yön veren, geliştiren sistem analiz tekniklerinin tarım alanında kullanılmaları ve uygulamaları günümüzde zorunluluk kazanmıştır.

2. ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ve YÖNEYLEM ARAŞTIRMALARI

Ekonomik yaşamın gelişimi ve ekonomik sorunların çözümü günümüzde bilimsel yaklaşımlarla gerçekleşmektedir.

İyi çalışan, etkili ve verimli bir endüstri yeryüzünde tüm ulusların özlemidir.

Fabrikalar, hammaddeyi işleyip onların şekil yada bilyelerini değiştirerek tüketim malları üreten endüstriyel birimlerdir. Fabrika tasarımından üretime sonuna dek çok sayıda ve iç içe olayların olduğu bir sistemdir. Alt sistemlere dayalı bir sistemdir. Bu canlı organizma insan + makina + malzeme birleşiminden oluşmaktadır. Bu organizmanın yaşaması ve gelişmesi sosyal ve teknik çok sayıda etmenin bilinçli ve ortaya konmasına, organize edilmesine, bilimsel bir plan içinde yönetilmesine bağlıdır.

Batının endüstri toplumları günümüzdeki refahlarını 200 yıllık bir birikime borçludurlar. 17. yüzyıl sonlarında gerçekleştirilen endüstri devriminin teknolojik yeniliklerinin yanı sıra sosyal ve doğal bilimlerdeki gelişmeler ve bu gelişmelerin mühendislik disiplinleri içinde kullanışı da çağımızdaki gelişmeleri sağlayan etkenler olmuştur.

Endüstri devrimiyle birlikte gelişen kökenleri endüstri devrimine dek uzanan bir mühendislikle karşılaşmaktayız. Başlangıcından bugüne fabrikaların kuruluşu, yöntem geliştirme, organizasyon, iş etüdü, iş değerlendirme ve ücret ödeme, maliyet, kalite kontrolü ve üretim yönetimi konularıyla uğraşan endüstri mühendisliği tüm bu konuların yanı sıra tarım ve hizmet sektörünün de çeşitli alanlarına yönelmiştir. Bugün denilebilir ki endüstri mühendisliği tekniklerinin başarı ile uygulanmadığı bir alan hemen hemen yok gibidir.

2.1. Endüstri Mühendisliği

Endüstri Mühendisliğinin çalışma alanı içine giren konular zamanımızda endüstrinin gelişimine de paralel olarak gelişimlerini hızla

sürdürmektedirler. Endüstri Devriminin 200 yıllık bir geçmişi olmasına karşın, özellikle son 50 yılda hem teknoloji hem yöntem yönünden ulaşılan gelişmeler üretimin büyük ölçüde artmasını sağlamıştır. Gerçekte bu gelişmeyi yalnızca teknolojik nedenlere bağlamak ta doğru değildir.

Endüstri Mühendisliği başlangıcından bugüne, şu konularla uğraşmıştır.

- Fabrikaların kuruluşu,
- Yöntem geliştirme,
- İş etüdü ve iş basitleştirme,
- İş değerlendirme ve ücret ödeme,
- Maliyet tahminleri,
- Kalite kontrolü,
- Üretim yöntemi,
- Kaynak kullanımı

Tüm bu konularının yanısıra Tarım ve Hizmet sektörlerinin çeşitli alanlarına da yöneldiğini ve dev adımlarla ilerlediğini görmekteyiz.

Endüstri Mühendisliğinin gelişmesi başlangıçta organizasyon ve yönetim ilkelerini üretime uygulamak isteyenlerin çabalarıyla olmuştur. Üretimdeki artış işbölümü ile başlar. İşin bölümlere ayrılarak, her bölümün ayrı bir insan tarafından yapılmasından başlayarak, günümüzde sistem olgusu ve problemlerinin çözümlerinde bilgisayarlardan yararlanılması aşamasına gelinmiştir. Programlamalar, hazır programlar veri bankaları ve uluslararası iletişimlerle bilgi alış-verişine kadar ulaşmıştır.

Fabrika organizasyonu, metod mühendisliğinin konusudur. Endüstri mühendisliğinin bir alt kolu olan metod mühendisliği, üretim sürecindeki her bir işlemin arasının düzenlenmesi ve belirlenmesi, gereksiz her hareket ve elemanın elimine edilmesi ve iş basitleştirme yoluyla en çabuk ve en ekonomik gerçekleşebilen yöntemin bulunması yollarını araştırır. Ayrıca bulunan bu yöntem ile kullanılan araç ve gerecin iş koşullarının standartlaştırılması, çalışanların eğitimi, standart zamanların bulunması ve daha sonra ücret sistemlerinin saptanması da metod mühendisliğinin konuları arasında girer.

Kaynaklarda metod mühendisliğinin çözümlenmeye çalıştığı konular için iş etüdü teriminden başka kullanılan pekçok terim vardır. Örneğin metod etüdü, iş basitleştirme, işlem yada iş analizi, iş standart-

laştırması, hareket ve zaman etüdü, metod araştırması ve metod analizi, kullamları bu terimlerden bazılarıdır. Çoğu kez bu terimler birbirinin yerine ve bir tanesi diğer birkaçının anlamını içerecek şekilde de kullanılabilirler.

Bitirmekte olduğumuz yüzyıl, bilim ve teknolojiye bir patlama çağı oldu. Bu kısa sürede, yüzyıllarca süren gelişmelerin çok üstünde baş döndürücü bir hızla, izlenilemeyecek gelişmeler gerçekleştirildi. Bütün bu alanlarda başarılan bu ilerlemeler karşısında bilim adamları yirminci yüzyıla ad bulmakta güçlük çeker oldular.

Bilim ve teknolojiye kısa süre gerçekleştirilen gelişmelere ve bilim adamlarının hesaplamalı işlerine büyük hız getiren bilgisayarların çağımıza damgasını vuran en büyük etken olduğu anlaşılınca, çağımıza elektronik bilgisayar çağı da denildiği ve ikinci sanayi devriminden söz edildiği bilinmektedir.

Sistem yaklaşımı, matematik modeller, yöneylem araştırması ve bilgisayar uygulamaları üzerinde çok konuşulan konulardır. Genellikle de birbirine karıştırılır ve eş anlamıymış gibi görülür. Bu durum uygulayıcılar arasında iletişim güçlüğüne de yol açmaktadır. Bu kavramlara bir açıklık getirmek güçtür. Fakat nasıl kullanılacaklarının anlaşılması gerekmektedir. Tarımda da matematik modellerin ve yöneylem araştırmasının kullanımında durumun anlaşılabilmesi için ilgili kavramların, bunların nasıl kullanılacaklarının ve başarıyla uygulanması durumunda getirecekleri yararların iyice aydınlanması gerekir.

Yöneylem araştırmasının temel işlevi bir çözüme götüren matematiksel yöntemler geliştirmek ve bu yöntemlerde girdiyle oynayarak, çıktıyı optimum duruma getirmektir. Bu bir alternatif simülasyon modelidir. Simülasyon modeli bir sistemin kabaca görünümünü değil de, sistemin içinde geçen tek tek olayları ve böylece onun çalışmasını belirler. Örneğin, bir taşıma sisteminde tek tek gidiş ve gelişlerin sayımı gibi. Bu olaylar deterministik olabilir yada istatistik bir dağılımdan örneklenmiş olabilir. Simülasyon, temel olarak verilen girdilerden sistemin çıktılarını hesaplamakla uğraşır. Böylece bir girdi takımı çok sayıda elemanı içerebilir.

2.2. Yöneylem Araştırmaları

Yöneylem araştırmaları bilimsel bir disiplin ve meslek statüsüne ulaşmadan önce başka alanlarda yetişkin bilim adamları tarafından

bir toplumun geçici bir gereksinmesi dolayısıyla yapılan araştırmalar olarak başlamıştır.

Yöneylem araştırmaları ya da öteki deyişle, "Hareket Araştırmaları"na ilk kez 1940 da II. Dünya Savaşında Alman hava hücumlarının İngiltere'yi büyük kayıplara uğrattığı günlerde İngilizler tarafından başlanmıştır.

Bu dönemde, İngiltere Genel Kurmay Başkanlığı, Fizikçi Prof. PLACKETT'in bulunduğu farklı disiplinlerden ileri adamlarını yardımı çağırması ve İngiltere ordusunun belli sayıdaki Radar ve Spitfire avcı uçaklarıyla Almanlara karşı nasıl bir ulusal savunma sisteminin kurulabileceğini sormuştur. Prof. PLACKETT ve oluşturacağı araştırma ekibiyle kendisine güvenilmesini ve bütün bilgilerin (gizli, gizli-siz) ekibine verildiğinde bir savunma sisteminin oluşturabileceğini bildirmiştir. Her iki tarafın karşılıklı anlaşmasından sonra araştırma ekibinin Alman hava hücumlarının dağılımını olasılık kurallarına göre saptayarak eldeki olanaklarla oluşturduğu hava savunma sistemi beklenenin çok üstünde bir başarıya ulaşmıştır. Uçak sayısı bakımından oldukça üstün durumda bulunan Alman hava kuvvetlerinin hemen her hücumu bu hava savunma sistemi sayesinde İngiliz avcılarıyla karşılanmış ve böylece Almanlar etkili bir hava baskını yapamamışlardır.

İngiliz yöneylem araştırma derneğinin, yöneylem araştırması anlayışı ise Devlet idaresi, savunma, endüstri ve iş hayatında büyük boyutlardaki para, malzeme, makina ve insan sistemlerinin yönlendirilmelerinde ve işletmeciliğinde ortaya çıkan karmaşık problemlere bilimsel yöntemlerin uygulanması şeklindedir. Burada değişik karar, strateji ve kontrol sonuçları önceden tahmin ve karşılaştırmasını yapabilmek için yöneylem araştırmasının izlediği kendine özgü yol, çarış, risk ve benzeri etmenlerin ölçümlerini içerecek şekilde sistemin bilimsel modelinin geliştirilmesidir. Amaç, yönetime politikasını belirleme ve uygulamada bilimsel katkıları sağlamaktır (Murdoch 1978).

Amerika Birleşik Devletlerinde İngiltere II. Dünya Savaşında kullandığı yöntemlerden yararlanarak kara, hava ve deniz kuvvetlerinde yöneylem araştırması ekipleri oluşturulmuş ve problemlere çözümler aranmıştır. Özellikle denizaltı hareketlerini geliştirmişler, optimal ken-voy büyüklüğünü saptamışlar ve mayın döşeme gibi problemlere çözüm bulmuşlardır.

Savaştan sonra endüstri patlamasında ortaya çıkan karmaşık endüstri ve iş hayatı problemlerini de içgüdüsel yöntemlerle çözmek gitgide

güçleşmiş ve askeri amaçla geliştirilen bu yöneylem araştırmaları aynı zamanda sivil hayatta da geniş uygulama alanları bulmaya başlamıştır. Bu nedenle 1951 yılını izleyerek yöneylem teknikleri önce İngiltere'de, endüstri iş hayatı ve sosyal hizmetler alanlarında geniş bir biçimde uygulanmış, sonra da Amerika Birleşik Devletlerinde yaygınlaşmıştır.

Yöneylem araştırmalarının büyümesinde iki etmen önemli rol oynamıştır. Birincisi teknikteki gelişmelerdir. İkincisi ise 1960'lı yıllarda bilgisayarlarda görülen hızlı gelişmelerdir. Bilgisayarlar, inanılmaz derecede işlem yapabilme hızı, yanılmaz bir belleği, sonsuz sayıda tekrarlayabilme yeteneği, çok fazla veri (data) biriktirme hacmi ve erişilmez derecede okuma-yazma hızı olan elektronik devrelerden oluşan makinelerdir.

Belirli bir gözlem ya da çalışma sonunda ortaya çıkan fakat davranışı hemen etkilemeyen (derhal kullanılmayıp kağıda ya da beynimize kaydedilen) gerçeklere veri (data) denmektedir. Bunlar üzerinde işlem yapabilme özelliğini taşırlar. Böylece bilgiye (information) ulaşırlar. Yani aynı anda ve aynı zaman içinde bir yada birden çok verinin kullanıcıda davranış değişikliği yaratabilecek şekilde işlenmeleri sonunda ulaşılan yaratılan olgu'dur. İşlenmemiş değerlendirilmemiş mesajlar olarak bilinen veriler, bir amaca yönelik işlenerek bilgiye dönüştürülürler. Verilerin bilgiye dönüştürülmeleri için davranış etkileyebilmesi, (+, - yada nötre olabilir) doğru ve güvenilir olması ve değerli olması gerekir. Öte taraftan herhangi bir bilginin de bir başka işlemin verisi olabileceği de unutulmamalıdır. Bilgi işlem (data processing) ise verilerden gerekli bilgileri üretmedir. Yani veriler üzerinde işlemlerin düzenli bir şekilde belli bir amaç için yürütülmesidir. İşte bunu elektronik olarak gerçekleştiren aynı bilgisayardır. Girdi olarak verilen veri yada bilgileri yalın yada karmaşık çeşitli işlemlerden geçirdikten sonra programcının yada kullanıcının istediği biçimde çıktı olarak dış dünyaya aktaran araçlardır. Bilgi depolama disk, disket manyetik teyplerle yapılır. Bilgisayar ana belleğinde rom (read only memory) sadece okunabilen, ram (Random Access memory) da ise hem okunabilen hem yazabilen iki bölüm vardır. Programlar rom içindedir. Bilgisayar dili (programming languages) alt düzey (low level) den orta ve üst düzey (high level) e gelişim göstermiştir. COBAL, BASIC, FORTRAN, ALGOL, PASCAL, PROLOG, LİPS gibi Bilgisayar programları üst yüzey programlama dili denen komutları ve mantığı doğal konuşma diline olabildiğince yakın dillerle yazılır. Daha sonra bu komutlar, bilgisayar tarafından makina kod'una dönüştürülür. En eski dil

olan ALGOL dilinden teknik alanda kullanılan FORTRAN ticari alanda kullanılan COBAL dilleri geliştirilmiştir. Üniversal bir dil olarak BASIC geliştirilmiş ve daha çok çeşitli bilgisayar dillerine geçilmiştir.

John Mauchly ile Presper Eckert Pennsylvania Üniversitesinde ilk tam otomatik bilgisayarı yaptıklarında en önemli sorunları enerjidi... Bütçesinde çok sayıda lamba, direnç, kondansatör, anahtar bulunduran dev yapılı bu bilgisayardan, transistörün devreye girmesiyle bütçesi çok küçülen, hele micro chip kullanımıyla iyice küçülen güçlü bellekli, birden çok dilde (multilin qual) yazabilme özelliğinde, yazımı kolaylaştıran, fazla karakter kapasiteli az klavyeli bilgisayarlar geliştirilmiştir. (1'ci kuşaktan 5'ci kuşağa) Yarının bilgisayarları ise çalışmak için elektrik gereksinimi duymayacaklar, fotonlarla yani ışınlarla çalışacaktır.

Optik bilgisayarlar metal tellerden yüzlerce kez fazla bilgi taşıma kapasitesindeki cam elyafı şebekesinin üstünlüğüne kavuşacaklardır. Günümüzde, çeşitli alanlarda kullanılan bilgisayarlar dijital ve analog bilgisayarlar olmak üzere iki genel grupta toplanırlar. Dijital (sayısal) bilgisayarlar verileri ve üzerinde yapılacak işlemler dizisini program belleğinde saklayabilen makinelerdir. Analog bilgisayarlar ise, sayı ve sayısal işlemleri fiziksel özelliklere (akım, basınç, dönme hızı vb.) dönüştürerek anlam kazandıran ve genellikle önceden tanımlanmış belirli işlemleri yerine getiren özel amaçlı bilgisayarlardır. Yöneylem araştırmalarında daha çok elektronik dijital bilgisayarlar kullanılmaktadır.

Gelişmiş ülkelerde büyük bir hızla yayılan yöneylem araştırma çalışmaları ve bilgisayarlar ülkemizde ilk kez 1956 yılında adı sonradan Araştırma ve Geliştirme Başkanlığı olan (ARGE) tarafından gündeme getirilmiştir. Ordu dışında ilk yöneylem araştırma ekibi ise Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumun'da (TÜBİTAK) 1 Eylül 1965'te kurulmuştur. Günümüzde kamu ve özel sektörde çok çeşitli amaçlar ile yöneylem araştırmasından ve bilgisayarlardan yararlanan çalışmalar sürdürülmektedir.

2.2.1. Yöneylem Araştırmasının Tanımı

Yöneylem araştırmasının ilk yöntembilimsel açıklamalarının yapıldığı çeşitli kaynaklarda çok çeşitli tanımlarına rastlanmaktadır.

Yöneylem araştırması, bir sistemde ortaya çıkan problemlere, sistemin denetlenebilir bileşenleri açısından bilimsel yöntem, teknik ve araçların uygulanmasıyla eniyi çözümün bulunmasıdır.

Araştırmacılar bu tanıma ek olarak bilimsel yöntem, teknik ve araçların uygulanabilirliği için disiplinler arası ekiplerin oluşturulması zorunluluğunu vurgulamaktadırlar.

Yöneylem araştırması, insan, makina, para ve malzemeden oluşan, endüstriyel, ticari, resmi ve askerî sistemlerin yönetilmelerinde karşılaşılan problemlere, modern bilimin sahasıdır. Belirgin yaklaşımı, sistemin şans ve risk ölçüsünü de içeren ve alternatif karar, strateji ve kontrollerin sonuçlarını tahmin ve karşılaştırmaya yarayan bilimsel bir modelini geliştirmektedir.

ACKOFF ve SASIENI'ye göre yöneylem araştırması, örgütün bütünlük amaçlarına en uyum sağlayacak şekilde, organize sistemleri (insan-makina) kontrol edilebilir problemlerinin çözümlerinde disiplinlerarası oluşturulmuş bir ekiple bilimsel yöntem uygulamalarıdır.

Genel anlamda yöneylem araştırması, bir kuruluşun sevk ve idareci amacıyla, o kuruluşun çeşitli kısımlarını ve bunları oluşturan insan, makina ve malzeme sistemlerinin, birbirlerini etkileyişinden kaynaklanan problemleri bir bütün olarak ele alıp, uygun çözüm yollarına bilimsel yaklaşımlarla varmayı ve rasyonel kararlar vermeyi kolaylaştırıcı temel bilgileri oluşturan bir bilim dalı olarak tanımlanabilir (Churchman, Agrawal, Heady, Karayalçın, Halaç, Tunalıgil).

Bir başka deyişle yöneylem araştırması, kontrollümüz altındaki sistemin amacımıza uygun modeli kurarak, işleyişine ilişkin değerleri bilimsel çözümlene yöntemleri kullanarak derleyip, sistemin çalışmasıdaki seçeneklerin saptanması ve bu bilgilerin yardımıyla sistemin işleyişini yönlendirici kararların oluşturulmasında kullanılan uygulamalı bir bilim dalıdır.

Uğraşımızın konusu olan endüstri, insan gereksinimlerinin büyük bir kesimini karşılamak ve insanın refahını yükseltici üretimler yapmak amacıyla makina teçhizat sistemlerinin enerji kullanılarak çalıştığı bir süreçtir. Bu sistemde verimliliği arttırmak ana amaçtır. Verimliliği (Prodüktivite) kabaca üretim faktörlerinin tümü tarafından gerçekleştirilen üretimin, gerçekleştirilmesi gereken üretime oranı şeklinde tanımlarsak bu amaç için fizibilite, planlama, karar verme çalışmalarına yöneliriz.

Karar verme yapılacak olan için neden, ne sağlar, ne zaman nasıl sorularına en uygun yanıtları bulmak yada seçmektir. Var olan seçe-

noçter arasında amaç yada amaçlara en uygun likat mümkün olanı yada olanları seçme sürecidir. Yaşamda sürekli uygulanan bir sistemdir. Kişide, ailede, şirkette, endüstride, hükümetlerde, oyunlarda, savaşlarda daha pekçok eylemde onşuz yapılamayan bir olgudur, eylemdir. Karar verme eyleminde temel unsurlar şunlardır.

- a) Karar vericiler
- b) Karar ortamı (Kısıtlayıcı unsurları)
- c) Amaçlar (Hedef ve kriterler)
- d) Seçenekler
- e) Kaynaklar

Tüm bu unsurları zaman faktörü etkilemekte ve karar vermeyi dinamik kılmaktadır. Karar verme klasik matematiksel optimizasyon tekniğiyle gerçekleştirilebilirse, kolaydır. Karar vermede ulaşılacak istenen optimum çözümü bulmaktır. Optimum çözüm kısıtları tatmin eden ve amaç fonksiyonunu istenilen doğrultuda en iyileyen çözümdür. (x) (n) boyutlu karar değişkenleri vektörü varsayarsak,

$$\max. f(x) = C_1X_1 + C_2X_2 \dots\dots\dots C_nX_n$$

tek amaç için bir doğrusal programlama ile optimum çözümü bulabiliriz. Ancak 2 amaç olursa,

$$\max. f_1(x), f_2(x) \dots\dots\dots f_n(x)$$

uygulamada daha gerçekçi olarak problemleri ele almaya yöneliriz. Bu durum ise çok amaçlı karar vermedir. (n) boyutlu karar değişkenleri amaç fonksiyonunun sayısı artıka, bir amaç fonksiyonu yerine (n) tane amaç fonksiyonunu kapsayan bir vektörün maksimizasyonu olur. Bunun çözümü ise optimum çözüm için tüm amaç fonksiyonlarını birlikte ardardına maksimizasyonudur. Zor olan budur. Çünkü amaçlar birbirleriyle çelişkili ve negatif yönde etkileşimlidir. Bunun için de en iyi uzlaşık çözüme gidilir. Uzlaşık çözüm, çok amaçlı karar verişte ortaya çıkar. Konumuz gereği ilgilendiğimiz karar verme eylemi üretime yönelik sistemlerdeki karar verme olayıdır. Değerli kaynakların daha değerli ürünlere dönüştürülme sürecinin belirlenmesidir.

Karar-Üretim Projesi- -Karar verici- Ürün karar vermenin temel gereği, karar vericiye birçok alternatiflerin sonuçları arasında nesnel bir seçim yapabilmesi için, mantıksal ağırlıkları belirleyebilmesine yardımcı olmaktır. Riskli karar vermede objektiflik yoktur, öznelidir (Subjektif) risk azaldıkça, objektiflik artar.

Karar verme problemleri, belirlilik altında, belirsizlik altında ve risk altında karşınıza çıkar. Belirlilikte karar vericinin herbir alternatifin tüm sonuçları bilinmektedir. Belirsizlikte ise bir yada birden çok alternatifin bir seri olması sonuçlara götürüleceğinin bilinmesi fakat sonuçların olasılıklarının bilinilmeme durumu vardır. Bu durumda yapılacak olan hangi ve nasıl sonuçların oluşacağını tahmin edilmesidir. Tahmin yapmak bir dereceye kadar subjektiflik taşımaktadır. Çok çeşitli yaklaşım modelleri kullanılır. Çok amaçlı karar vermede bileşenler, amaçlar, hedefler ve kriterler olarak değişik anlamlarda kullanılan temel kavramlar vardır. Çok amaçlı karar verme problemlerini çözümlerinde optimal çözüm, en iyi uzlaşık çözüm, baskın çözüm, tercih edilen çözüm şekilleri uygulanmaktadır. Karar verme planlamalarda da gerekli olan bir eylemdir. Planlama, gelecekteki hareket (davranışın) esaslarını saptamaktır. İdari planlama işlerin tesadüfe bırakılmayarak rasyonel bir şekilde yürütülmesini sağlayacak kararların faaliyete girildikten sonra gidişe göre alınacak yerde işe girilmeden saptanarak projelendirilmesidir. Mühendislik disiplinlerinde ise üretim için etkin ve ekonomik eylemlerin uygulama olanak ve araçlarını sıralamaktır. Birde çok olanaklar ortaya çıkacağından seçim eylemi karşınıza çıkar. Seçim, planlamanın amacına uygun olarak yapılacaksa olanın nasıl, ne zaman, ne ile, ne kadar, ne için yapılacağını belirler. İyi bir planlama değişik koşullara uyarlanabilir özelliğindedir. Planlamanın zaman ve emek tutumunu sağlaması, yöneticinin dikkatini amaca yöneltmesi, çabaları koordine etmesi, olanakların ve çabaların hedefe yönelikliğini kontrol etmesi, emek, sermaye, yatırımlardan çok yararlanma gibi faydaları vardır.

İşte günümüzde planlamada da karar vermede de yöneylem araştırması tekniklerinden yararlanır. Yöneylem araştırması hemen hemen her alanda kullanılan teknikleriyle insanlara çok boyutlu olanaklar sağlamaktadır.

Yöneylem araştırması, bir probleme yaklaşımda şu aşamaları izler.

- Sisteme ilişkin
- Problem'den
- Matematik model formüle edilir
- Matematik çözüm, matematik yada yöneylem araştırması teknikleri yardımı ile bulunur.
- Uygulamaya ilişkin çözüm yorumlanır ve model çalıştırılır.
- Alternatif sonuçlar elde olunur

Görüldüğü gibi yöneylem araştırmasını yüzyılımızda büyük uygulama alanları olan sibernetik bilimiyle büyük bir benzerlik içerisindedir. Sibernetik, insanlar ile makinalar, makinalar ile makinalar arasında bir bilgi alışverişi, kontrolü ve yönetimini içeren bilim dalıdır.

Sibernetiğin özü, kararlarının nasıl alındığını sırlarını çözmektir. Yapay zekâ bilimidir. Zekâ, çözüm bulma yeteneği olduğuna göre sibernetik bir "ÇÖZÜM BİLİM"dır. İnsanların çözüm yaratmaları zekâlarıyla olur. İşte sibernetik insan zekânının çalışma kurallarını öğrenerek onu makinaya uygular. Zekânın alt yapısını oluşturan beynin fizyolojisi ile ilgilenmeyip işleriyle yani nasıl çözüm ürettiği ile ilgilenir. Pekçok karar olasılığı içinden (Probability Analysis) nefer dikkate alınarak en doğru karara ulaşılacağını bulur.

2.2.2. Yöneylem Araştırmasının İçeriği

Yöneylem araştırmasının konusu, insan-makina sistemlerinin tasarımı, kuruluş ve işletilmelerinde karşılaşılan problemleri belirlemek ve karar vermede en iyi çözümleri aramaktır.

Yöneylem araştırmasının konuya yaklaşımı ise sistemi bütünüyle ele alarak farklı disiplinlerden oluşan ekiple bilimsel yöntemi izlemektir.

Yöneylem araştırmasının amacı da karar organının, karar vermesine yardımcı olmaktadır. Bu amaçta insan-makina sistemleri yapısını ve davranışlarını incelemek ve açıklamak vardır. Bununla birlikte sistemlerin amaç ve hedeflerine uygun yönetimlerle kontrollerine ilişkin karar verme problemlerini çözmek veya bu çözüm için yöntem ve teknikler geliştirmek de amacın bir öteki yönüdür.

Varolan bir sistemin yeniden tasarımı gerektiren nedenler şöyle sıralanabilir.

— İş bilimsel nedenler

İnsanın kimi işlevleri zorlanma sınırlarını aşabilir. İnsanı daha az çalıştırma yolları aranır, yapabilecekleri incelenir.

— Sosyal nedenler

İşgücü gereksiniminin karşılanamaması durumunda işi yaptırabilme olanakları araştırılır.

— Ekonomik nedenler

Maliyetlerin fazla olması durumunda daha ucuzluk yaratabilecek yollar araştırılır.

— İş sağlığına ilişkin nedenler

Çalışanların sağlıklarının tehlikeye düşmesi durumunda kötü etmenler saptanarak sağlıklı çalışma koşulları araştırılır.

— Yasal nedenler

İş koşullarına ait yasaların değişmesi gerektiği durumlar saptanarak daha iyi düzenlemelere gidilir.

2.2.3. Yöneylem Araştırmasının Özellikleri

a) Sistem Yaklaşımı Özelliği

Çözümü aranan sorunlarla ilgili olan ve çözüm sonuçlarını ihmal edilemeyecek biçimde etkileyecek olan, problemlerin ilişkin olduğu örgütün içindeki yada dışındaki tüm etkenlerin gözönüne alınması sistem yaklaşımı gereğidir.

Ele alınan sistemlerin çeşitli bölümlerinin amaçları birbiriyle ilişkili durumda olabilir. Bu nedenle yöneylem araştırması bir sistemle ilgili problemi çözümü ararken, sistemin tümüne en uygun çözümü bulmaya çalışır. Dolayısıyla, yöneylem araştırmasının sistemin belirli bir alt bölümü için bulduğu en uygun çözüm , tüm sistem için en uygun çözüm olmayabilir.

b) Disiplinlerarası Yaklaşım Özelliği

Herhangi bir sorunu yöneylem araştırma yöntemiyle çözümlenebilmek için bir araştırma ekibinin oluşturulması gerekir. Yöneylem araştırmasının temel özelliklerinden biri de disiplinlerarası ekip çalışması biçiminde olmasıdır. Çünkü, problemi her yönüyle görülebilmek, dolayısıyla doğru bir çözüme ulaşabilmek için yöneylem araştırmasında çeşitli bilim dallarından uzman araştırmacılardan yararlanır. Bu nedenle, yöneylem araştırması projelerini yürütecek araştırmacı ekiplerinin de değişik branşlardaki kişilerden oluşması istenir.

c) Bilimsel Yöntemlerle Yaklaşım Özelliği

Yöneylem araştırmasına probleme yaklaşım bakımından en önemli katkı, sistemin öğelerini ve aralarındaki ilişkileri temsil eden model-

ler kurabilmesi ve modeldeki parametrelerin yada bazı değişkenlerinin bir diğerine olan etkisini kolayca etüd edebilmesidir.

Yöneylem araştırması, problemleri kendisine özgü bir yaklaşımla ele alır. Bu yaklaşımın belli başlı evrelerini şöyle sıralayabiliriz.

- Problemin belirlenmesi,
- Model geliştirilmesi
- Modelin çözümü
- Modelin çözüm sonuçlarının değerlendirilmesi,
- Sonuçların yöneticiler tarafından kabulü ve uygulamaya konulması.

2.2.4. Yöneylem Araştırmasında Kullanılan Yöntemler

Yöneticiler, yatırımları planlarken en önemli kısıtlayıcıları olan süre ve kaynakları en verimli bir biçimde kullanabilmeleri için bazı tekniklerden yararlanırlar.

Bu tekniklerin en önemlileri; bilgi toplama, sistemi planlama, istatistik analizleri ve yöneylem araştırmasıdır.

2.2.5. Yöneylem Araştırması Teknikleri

1. DOĞRUSAL PROGRAMLAMA

Doğrusal programlama belli bir amacı gerçekleştirmek için sınırlı olan kaynaklarının etkin bir şekilde kullanımını, çeşitli seçenekler arasında en uygun dağılımı sağlayan matematiksel bir tekniktir. Amaç açık ve ölçülebilir bir doğrusal fonksiyon olarak ifade edilebilmelidir. Bu amacın gerçekleşme derecesini kısıtlayan sınırlı kaynakların da aynı şekilde doğrusal eşitlik yada eşitsizlik olarak ifade edilebilmesi gerekir. Kaynak dağılım problemlerinde doğrusallık, problemdeki değişkenler arasında sabit bir oransal ilişki bulunur. Bu değişkendeki değişim belirli bir oranda başka değişkendeki değişime neden olur. Bu problemlerde öte taraftan sınırlı kaynakların optimal dağılımını sağlamak amaç'tır. Kaynaklar sınırlı olmalıdır ve sınırlılık dereceleri bilinmelidir. Yine bu tür problemlerde kaynaklar çeşitli seçenekler arasında optimal biçimde dağıtılırken en küçük parçalara bölünebilirler. Bölünebilirlik istenmediğinde tamsayı programlama (Integer Programming) kullanılır. Buradaki program kavramı, bir amaca yönelik komutların tümünü içerir. Bifindigi gibi bilgisayarlar kendilerine verilen komutları yerine getirirler.

Doğrusal Programlama problemlerinin temel dayanağı doğrusal cebirdir. Bilindiği gibi matrisler bu cebirin konusunu oluştururlar. Matris dörtgen biçimli tablolar oluşturan bir gerçek sayılar düzenidir. Matris elemanları bazı matrislerde sayı olarak, bazılarında da sayısal değerleri ifade eden simgeler olarak belirtilebilir. Kare, sıra, sütun, sıfır yada geçersiz (null), Köşegen, birim, üçgen, devrik, simetrik matris çeşitleri vardır. Toplama, çarpma, bölme işlemleri matrislere de uygulanabilir. Sadece düzenli (kare) matrisler için sözkonusu olan determinant, doğrusal denklem sistemlerinde önemli yeri vardır ve kare matrisi elemanları üzerinde yapılan özel işlemler sonunda elde olunan gerçek bir sayıyı belirler (det A yada Δ). Eğer bir kare matrisinin aynı düzende başka bir matris ile çarpımı (I) matrisini (Birim matrisi) veriyorsa, ikinci matrise, birincinin tersi denir.

Bu şekilde doğrusal denklem sistemleriyle ve bu sistemlerin çözümleriyle programlama çalışmalarına gidilir. Böylece doğrusal programlama problemleri formüle edilir, problemler çözülür. Çözümlerde çeşitli yöntemlerden yararlanılır. En çok grafik ve simplex yöntemleriyle maksimizasyon ve minimizasyondan faydalanılır. Grafik çözümde özel durumlar olarak çoklu çözüm, çözümsüz durumla, simplex çözümde, çözümsüz, sınırsız, çoklu optimal, bozuk çözümler (Dejenerasyon) gibi özel durumlar bulunur. Problemlerde değişken ve eşitlik sayısı arttıkça, grafik çözüm yöntemini kullanmak olumsuzlaşır. Güçlü bir çözüm yöntemi olan simplex yönteminin gerektirdiği işlemler hesap makinası ile çok zor yapılabilir ve zaman yetmez. Bu bakımdan aşama-lı bir çözüm yöntemi (algoritma) (aktış sonası yada olayların basamakları) izleyen simplex yöntemini bilgisayara programlamak kolaydır. Bilgisayarlarda en karmaşık doğrusal programlama problemleri kolayca ve hızla çözülebilmektedir (Halil Sarıtaşlı).

Doğrusal programlama doğrusal bir amaç fonksiyonunu belirli eşitlik yada eşitsizlik şeklindeki kısıtlayıcı koşullar altında "eniyilemek" biçiminde de tanımlanır.

Doğrusal eşitsizliklerle sınırlanmış değişkenlerin bir fonksiyonu olan, amaç fonksiyonunun minimum yada maksimum yapılmasıdır.

Bu yöntemle yöneylem araştırmasında çözülebilen başlıca problem türleri şöyle sıralanabilir.

- Ulaştırma problemleri
- Tahsis
- Üretim planlaması

- Esvanter problemleri
- Yer seçimi
- Yatırım planlaması

2- Stokastik Programlama

Sistemin katsayıları ve parametreleri, istatistiki olarak değışebilen değerlere sahipse çözümlü stokastik programlama ile uygundur.

Uygulamalar çeşitli şekillerde gerçekleştirilir.

a) Kuyruk Teorisi (Besleme hattı)

Servis olanaklarının en iyi sayısını saptanmasını ve en iyi giriş (veya çıkış) sürelerinin ayrı ayrı yada ikisinin aynı süreçte belirlenmesini inceler. Örneğin:

- Şehir içi yada dışı nakliyatının düzenlenmesi,
- Hizmet yerlerinde en uygun servis sistemi tesisi,
- Şehir yada şehirlerarası telefonlardan en çok yararlanma,
- Limanlarda, giren, boşalan, yüklenen gemilerin düzenlenmesi vb. gibi

b) Pert ve CPM*

(PERT: Program Evaluation and Review Technique)

(CPM: Critical Path Method)

PERT (Program Değerlendirme ve Gözden Geçirme Tekniğı)

Planlama ve kontrol işlemlerine yardım için kullanılır. Kaynakların özellikle para, süre ve iş gücünün en iyi biçimde kullanılmasına olanak sağlar. Bu teknikte;

- Çalışmalara engel olan durumlara ulaşma olasılığının ne olduğu,
- Projenin uygulanması sırasında dar boğazların nerede olduğu,
- Programda sapmaların hangi işlemlerde olduğu ve bu işlemlerle ilgili sorumluların kimler olduğu kolayca saptanır.

CPM (Kritik Yol Yöntemi)

Projeler nitelikleri açısından aynı sürede yada birbirini izleyerek yapılabilen birçok işlemlerden oluşur. Her işlemin tamamlanması için

süre ve finansman gerekir. İşte CPM bir matematiksel model oluşturarak, projede hangi işlemlerin süresinde bitmesinin zorunlu olduğunu, yatırımın toplam süresinin hangi işlemleri daha çok etkilediğini ve en ekonomik sürenin nasıl bulunacağını, yatırım süresinin kısaltılmasıyla maliyet arasındaki ilişkinin nasıl olacağını araştırır.

Pert tekniğiyle CPM arasındaki en belirgin fark, CPM'nin planlama ve kontrol sürecine maliyet kavramını da sokmasıdır. İkinci fark ise, CPM'nin PERT'e göre süreleri daha sağlıklı ve güvenilir olarak tahmin edebilmesidir.

PERT ve CPM tekniklerinden yararlanarak, maliyet-süre, malzeme-süre, işçi-süre ve makina-süre fonksiyonları çizilebileceği gibi sermaye, makina vb. olanakları da büyük ölçüde koordine edilebilir.

c) Yenileme (Replacement) ve Seçeneklerin Karşılaştırılması

Tarımsal sanayiye yönelem araştırmasının uygulanmasıyla gelişmiş bir konu olup, bir tesiste kullanılan makina ve malzemenin ne zaman yenileri ile değiştirilmesinin kârlı olacağını yada değiştirmeler (tesis ve tadiller) söz konusu iken varolan seçenekler arasında karşılaştırma yapmaya olanak sağlar.

d) Stok Modelleri

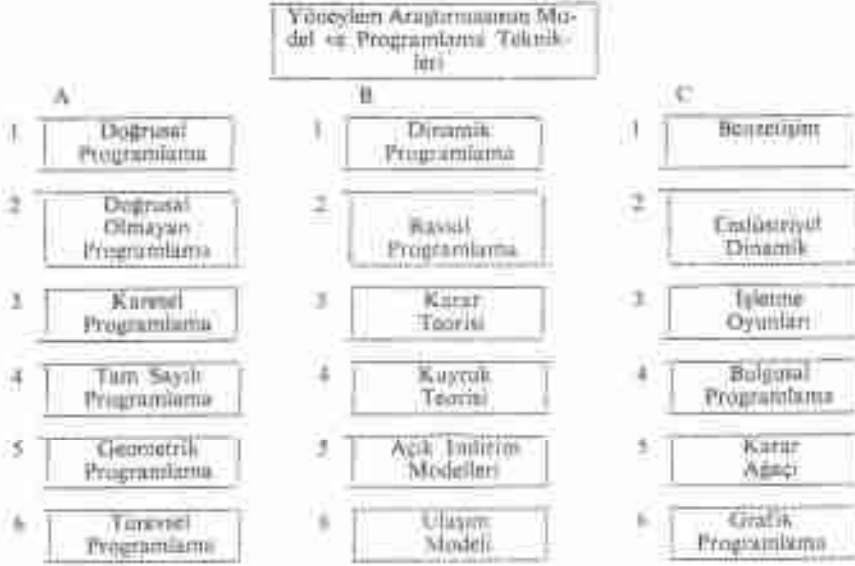
Stok modelleri, herhangi bir depoda; gelen ile çıkan malzeme arasındaki ilişkiyi, imal ve piyasa koşullarını etüd ederek saptamaya yarayan bir tekniktir. Stok seviyelerini planlar ve geniş bir uygulama alanı vardır.

e) Oyunlar Teorisi

Bu teori bir konuda rakip olan iki firmanın yada oyuncunun davranışlarının nasıl olması gerektiğini inceler ve çözüm yolu arar. İşletmede rekabet, pazarlama ve askerlikte harp oyunlarına uygulanır.

Yönelem araştırması teknikleri genel olarak (Çizelge: 1) deki şekilde şematize edilmektedir.

Sekil 1. Yöneylen araştırmanın teknikleri (Karayalçın 1979)



3. SİSTEM KAVRAMI

Sistem, amaca göre çok değişik şekilde tanımlanabilir. Ancak en geneli, birbirlerine bağlantılı yada ilişkili unsurların oluşturduğu herşey sistem olarak bilinendir.

Örneğin bir traktör bir sistemdir. Çok değişik parçaların biraraya gelmesinden oluşmuştur. Ancak traktörü oluşturan parçalar arasındaki bağlantılar ve tüm organizmanın dinamik etkileşimi gözönüne alınmadığında bir anlam taşımazlar.

Öte yandan statik olan nesnelere bir sistem sayılmazlar. Çünkü traktör tek başına bir şey ifade etmez. Ancak onu kullanan bir şahşın olması yada buna ek olarak arkasına bağlanan bir pulluk onun bir sistem haline dönüşmesine neden olur. Yani sistemin tam anlamıyla oluşabilmesi bir hedefe yönelik olmasıyla mümkündür.

İşte bu örneklemelerden hareketle; sistem analizi sözcüğü genellikle insan düşüncesiyle oluşan hedefler ile sistemin işleyişi arasındaki etkileşim olduğunda söz konusudur.

İnsan burada birinci derecede rol alır. İnsan katkısının en az olduğu sistemler, bütün bileşenleri tümüyle mekanik (kimyasal, elektriksel, hidrolik, pnömatik vb) cihazlardan oluşan ve işleyişleri kimyasal ve fiziksel kanunlara dayanan sistemlerdir. Gündümlü bir faze yada tarımda seralarda ileri ülkelerde görülen robotlar bu tip bir sistemdir. Burada insanın katkısı sistem bileşiminin tasarlanmasıyla kısıtlıdır. Böyle sistemlere "Mekanik Sistem" adı verilir.

Sistemin işleyişi yeni bir takım koşullara göre insan tarafından yeniden düzenlemeyi gerektirir. Örneğin seralarda kullanılan robotlar sadece toprak işlemeyi yapacak şekilde düzenlenmeleri durumunda onların ekim işlemlerini de yapabilmeleri için yeniden tasarlanmaları gerekir. Bu durumda sistem "Adaptif yada Uyumlu Sistem" haline gelir.

Burada şunu belirtmek gerekirse sistemler:

- A) Deterministik sistem
- B) Probabilistik sistem

olarak iki ana grupta toplanır.

Deterministik sistem; parçaları arasındaki etkileşimin tam anlamıyla hesaplanabildiği sistemdir. Bu sistemlerde şüpheye yer yoktur. Örneğin bir biçerdöver deterministik bir sistemdir.

Probabilistik sistem; parçaları arasındaki etkileşimin tam olarak hesaplanamadığı sistemdir. Örneğin bir büyükbaş hayvan çoğu zaman probabilistik bir sistemdir. Çünkü elektrikli çit ile çevrelenmiş bir meralda çite değip kaçması mümkün olabildiği gibi, çite tekrar gitmeside mümkündür.

Anılan her iki sistem basit, karmaşık ve çok karmaşık sistemler olarak karşımıza çıkabilmektedirler.

Bir tarım makinası üreten bir atölyede yerleştirme düzeni gözönüne alıncsa, bunun baştan bir deterministik sistem olduğu kanaatine varılır. Çünkü yerleştirme düzeni kurulurken gözönüne alınan genellikle malzeme akışı, dolayısıyla malzemelerin katettikleri yoldur. Amaç bu yolun minimizeasyonudur. Sistem bu açıdan deterministiktir. Oysa, sadece malzemelerin katedeceği yolun yerine, bunların işleme istasyonlarında hangi işlemlere tabi tutulacağı da gözönüne alındığında sistem probabilistik olur.

Sonuç olarak denilebilirki; deterministik olduğu izlenimi bırakan bir sistem, gerçek yaşamın espirisi içine oturtulduğu zaman bu karakterini yitirerek probabilistik hale dönüşür.

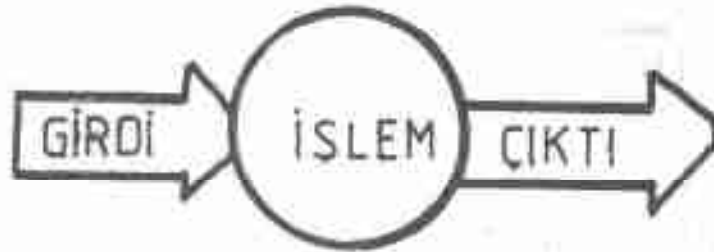
Karmaşık deterministik sisteme en güzel örnek bilgisayarlardır. Bir bilgisayarın hangi hallerde ne yapacağı bellidir. O ancak kendine söyleneceği yapılar. Yine bu sisteme örnek olarak numerik kontrolü tezgahlar da verilebilir. Bu tezgahlarda parçanın nasıl işleneceği herhangi bir arıza anında ne yapacakları önceden belirlenmiştir.

Basit probabilistik sisteme de en güzel örnek yazı tura oyunudur. Bu oyunda para atıldığı zaman kesin olarak hangi tarafın geleceği bilinmez. Bir işletmenin üretim-dağıtım sistemi de karmaşık probabilistik sistem içinde değerlendirilir.

3.1. Sistemin Temel Yapısı

Sistemler en genel durumda üç temel öğeden oluşur (Şekil 2). Bunlar:

- a) Girdi
- b) İşlem (Proses)
- c) Çıktı



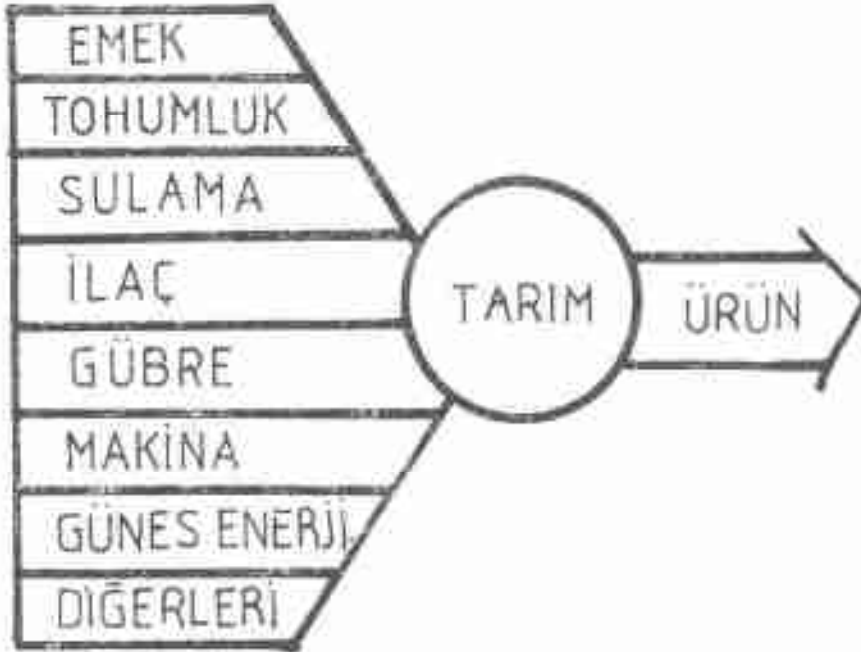
Şekil 2. Sistemin Temel Yapısı

Bu öğeler görününe alındığında sistem; bir girdi işlemi sonucu çıktı olarak bir ürünün ya da hizmetin alındığı varlık olarak ta tanımlanabilir. Örneğin traktöre çiftçi yakıtı girdi olarak koyar. Çıktı olarak da traktör ona örneğin tarlasını işlemesini sağlar. Diğer bir örnek taşıma-iletim sistemlerinde girdi para ve çeşitli tipteki malzemedir. İnsan ve malların bir yerden başka bir yere götürülmesi çıktılarıdır. Tarımda da girdi ve çıktı ilişkisi söz konusudur (Şekil 3).

Buraya kadar anlatılanlar sistemi bir kapalı kutu şeklinde göstermektedir. Ancak çoğuzaman sistemin prosesinde yapılan işlerin bilinmesi gerekir. Bu da sistemin bazı temel kavramlarının bilinmesi ile daha kolay anlaşılabilir.

3.1.1. Sistemin Amacı

Fonksiyonel olması için sistemin bir ana amacı olmalıdır. Diğer bir deyişle sistemin hedefi olmalıdır. Burada önemli olan başarı ölçüsünün ortaya konulabilmesidir. Örneğin bir tarlada yetiştirilen ürünün miktarı başarı ölçüsü değildir. Burada başarı ölçüsü girdi ve çıktı değerlerinin karşılaştırılmasıdır. Aynı şekilde tarlada sürüm yapan A ve B pulluklarında başarı bu pullukların tarladaki sürümü bitirmesi değil, bu pullukların girdi ve çıktı ilişkisi sonucu tarladaki iyilik derecelerinin karşılaştırılması sonucu ortaya çıkan değerlerdir.



Şekil. 3 Tarımda Girdi ve Çıktı

3.1.2. Sistemin Çevresi

Bir sistemin çevresi, sistemle ilgili fakat karar vericinin denetiminde olmayan koşullar kümesidir. Bir bakıma sistem üzerindeki sınırlamalar olarak tanımlanabilir. Örneğin tarlada ekim makinasının çalışabileceği ancak iyi hava koşullarında yada iyi hava koşulu yanında tarlaların ekime hazırlanması ile mümkündür. Burada hava koşulu sistemin çevresidir.

3.1.3. Sistemin Kaynakları

Bir sistemin kaynakları genel olarak personel, para ve teçhizat gibi girdilerden oluşur. Karar vericiler bu kaynakların ne kadarının kullanılabilir olduğuna karar verebilmelidir. Gerekliğinde karar verici bunları değiştirebilir. Örneğin fide dikme makinasında çalışacak insan sayısı işletme sahibinin yani karar vericinin elindedir. İster 2 ister 3 yada daha fazla kişi çalıştırılabilir. Önemli olan en ekonomik ve kolay olanı bulmaktır. Kaynak kullanımı işletmesinin en önemli görevidir.

3.1.4. Sistemin Bileşenleri

Sistem içinde yapılan çeşitli faaliyetler, bu faaliyetlerle ilgili nesnelere sistemin bileşenlerini oluşturur. Örneğin bir sürüm işleminde kullanılan faktörlerin gücü yada sayısı vb. sistemin bileşenlerini oluşturur.

3.1.5. Sistemin İzlenimi

Sistemlerde başarı yada kontrolü açıısından yönetimleri büyük önemi taşır. İyi yönetilen sistemlerde kâr; maksimize edilir. Burada en önemli rol karar vericiye düşer. Örneğin bir tarımsal savaş aleti üreten bir fabrikada üretilen ürünün hem satılabilmesi hem de fabrikanın kâr etmesi girü ve çıktılar arasında başarılı bir yönetimle mümkündür. Yönetim işletmecilik bilgi ve yeteneği ile deneyime dayanır.

3.1.6. Sistem Çalışması

Genellikle iki şekilde yapılabilir.

a) Proses (işlem) analizi (Process analysis)

b) Son çıktı analizi (Final outcome analysis)

Proses analizinde, sistem birbiriyle bağlı alt sistemler olarak incelenir. Sistem analisti, sistemlerin ara çıktılarını tanımlar. Daha sonra bu birbirini izleyen ve seri bağlı prosesler üzerinde çalışır.

Son çıktı analizinde, proses analizindeki mikro seviyedeki yaklaşım yerine sisteme makro seviyede yavaşdır. Analist ara sonuçlardan çok son sonuçlarla ilgilenir.

Sistemler açık yada kapalı şekilde olabilmektedir. Bir açık sistem şekil 4'te, kapalı sistem şekil 5'te verilmiştir.

Burada geri besleme, hem sistemin kendisinin girdisini sağlarken hem de bir alt sistemin de girdisini oluşturmaktadır.

3.2. Sistemlerin Davranışsal Sınıflandırılması

Davranış başka olayları harekete geçiren sistem değişimleridir. İşte sistemler davranış biçimlerine göre;

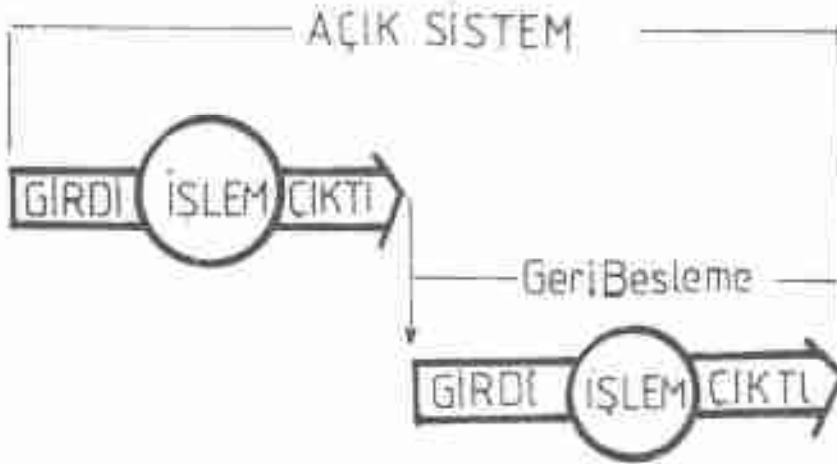
a) Durumunu koruyucu sistem,

b) Amaç güdücü sistem,

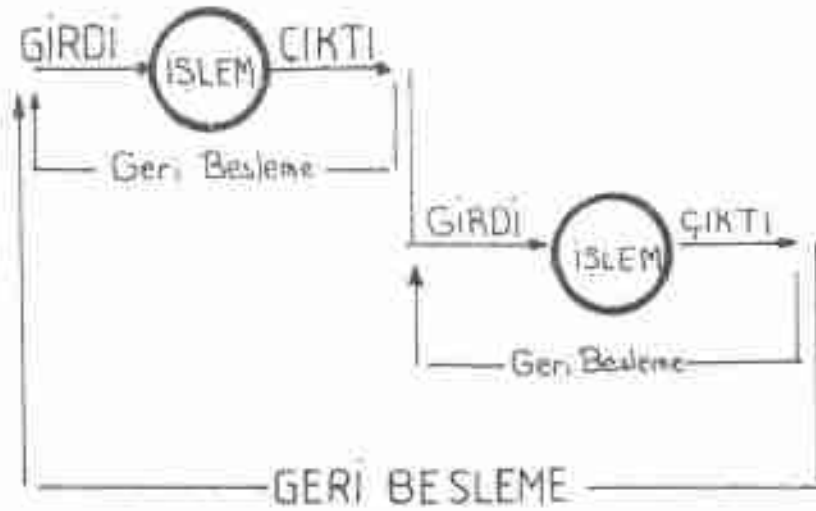
c) Çok amaçlı sistem,

d) İdeal güdücü sistem,

olarak sınıflandırılır.



Şekil 4 Açık Sistem



Şekil 5 Kapalı Sistem

3.2.1. Durumu Koruyucu Sistem

Böyle bir sistem yalnızca değişikliklere karşı reaksiyon gösterir. Tek yaptığı iş; sebep olan olay tarafından tamamen belirlendiği için yanıt vermez. Değişik koşullarda ve değişik yollardan hep durumunu korumaktadır.

Örneğin bir sera içinde sıcaklığın belirli bir derecenin altına düşüşü ısıtma sistemini çalıştırdığı gibi belirli sıcaklığa çıktıkta da ısıtma sistemini durdurulması bir durumu koruyucu sistemdir ki biz buna termostat adı veriyoruz. Aynı şekilde tarımsal savaş aletlerindeki basınç regülatörü basınç değişimini düzenli duruma sokarlar.

3.2.2. Amaç Güdücü Sistemi

Davranış seçimine sahip olan bir sistemdir. Amaç güdücü sistemin hareketi reaksiyoner olmayıp cevabidir. Bu sistemde sabit koşullar altında aynı işe değişik yollardan ulaşılabilir. Aynı durum değişik koşullar için de geçerlidir. Örneğin traktörlerdeki pozisyon kontrol durumu bir bakıma amaç güdücü sistemdir. Çünkü pozisyon kontrolün amacı hidrolik bağlantı kollarına bağlanan ekipmanın pozisyonunu her türlü koşulda sabit tutabilmektir. Aynı şekilde otomatik pilotu bulunan sistemler amaç güdücü sistemlerdir.

Öte yandan amaç güdücü sistemin amacına ulaşabilmek için yapmış olduğu davranışların sıralanışı proses için bir örnektir.

3.2.3. Çok Amaçlı Sistem

İki yada daha fazla değişik içsel ve dışsal durumda, ilk konum tarafından belirlenen ve en az iki değişik durumda farklı amaçlar taşıyan güdücü sistemdir. Örneğin birden fazla oyun oynamak için programlanmış bir bilgisayar çok amaçlı bir sistemdir. Aynı şekilde bir kombine ekim makinası da çok amaçlı bir sistemdir.

3.2.4. İdeal Güdücü Sistem

Amaç yada hedefe ulaşıldıktan sonra ideale yakın başka amaç ve hedefler güzetken sistemlerdir. Böylece ideal güdücü sistem "mükemmellik" kavramına ve birbiriyle ilişkili aşamalarda sistematik olarak amaca ulaşmayı içerir.

3.3. Sistemler ve Elemanları Arası Etkileşim

Bazı sistemler herhangi bir elemanın yapabileceğinden daha yüksek seviyede bir davranış ve daha büyük değişkenlik gösterebilirler. Bunlar değişkenlik artırıcı olarak tanımlanabilir.

Öte yandan bir sistem en azından elemanlarının bir kısmından daha düşük seviyede çalışabilir ve daha az davranış değişikliği göster-

mesi durumunda sistemin değişkenlik azaltıcı sistem haline gelmesine neden olur.

Bir sistem ya değişkenlik azaltıcı yada değişkenlik arttırıcıdır.

3.3.1. *Adaptasyon*

Sistemin kendini ve çevresini, değişik durumlar karşısında ya da kaybedilen yeteneğini tekrar kazanmak için kendi kendine motive etmesidir. Örneğin tarlada üstü açık traktörle çalışan bir kişinin artan güneş ışınları altında çalışabilmesi için traktör kabintlerinden yararlanması; kişinin yeni duruma uyabilmesi için adaptasyon yapılmasıdır.

3.3.2. *Organizasyon*

Yönetim bilimcilerin üzerinde önemle durdukları ve uğraştıkları organizasyon olarak bilinen sistemler genelde şu özelliklere sahiptirler.

a) Ortak amaçları olan en az iki amaçlı elemandan oluşan amaçlı bir sistemdir. Öte yandan bir sistemin organizasyonu amaçlı birimler tarafından yürütülen eylemliliktir. Bir sistemin organizasyonu için böyle birimleri içermesi gerekir.

b) Ortak amaç yada amaçlara ulaşma sürecinde fonksiyonel bir işbölümü bulunur. Örneğin iki kişi taşıyan bir araba yolda arıza yaparsa ve biri inip arabayı iterken diğeri direksiyona geçip arabayı hareket ettirecek hareketi yaparsa, burada fonksiyonel bir işbölümü vardır ve bunlar bir organizasyon oluştururlar.

c) Fonksiyonel olarak birbirinden ayrı sistemin parçaları birbirlerinin hareketlerine gözlem yada iletişimle yanıt verebilirler.

d) Sistemin en az bir alt parçasının sistemi kontrol etme fonksiyonu vardır.

İşte bu özelliklere dayanılarak organizasyon, ortak amaçlı ve buna bağlı olarak fonksiyonel iş bölümü olan en az iki amaçlı elemanı olan bir sistem olarak tanımlanabilir.

3.4. Sistem Terminolojisi

Sistem: Birbiriyle ilgili elemanların cümlesidir. Yani sistem en az iki elemandan oluşan bir bütünlüktür ve bu elemanları birbirine bağlayan bir ilişki, hiç değilse cümlede bir tane başka eleman olmasıdır.

Soyut Sistem: Bütün elemanları kavramdan oluşan sistemlerdir.

Somut Sistem: Elemanların en az iki tanesi obje olan sistemlerdir.

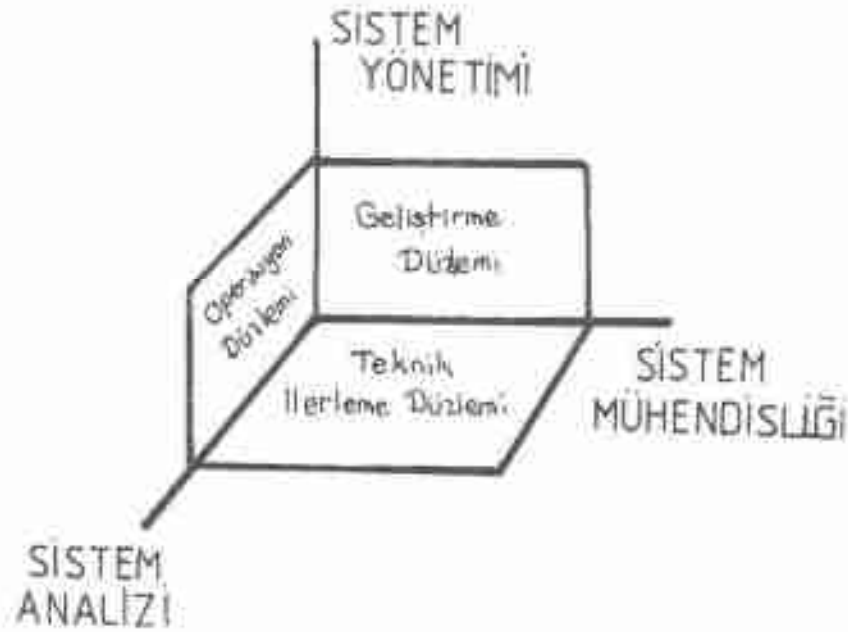
Sistemin Durumu: Sistemin o anda sahip olduğu ilgili özellikler cümlesidir. Özelliklerinin görünümüdür.

Sistemin Ortamı: Sistemin parçası olmamasına karşın herhangi bir parçasındaki değişikliğin sistemin durumunda değişiklik yaratacağı elemanlar cümlesidir. Ortamı olmayan sistem Kapalı Sistem, Ortamı olan sistem Açık Sistem olarak bilinir.

Sistemsel Olay: Belirli bir süredeki bir zaman aralığında ortamın yapısal özelliklerinden bir yada daha fazlasındaki değişikliğe denir. Hiçbir olayın olmadığı sistem bir Statik sistem, zaman içinde durumunu değiştiren ve içinde olaylar olan sistem Dinamik Sistem, ortamı ve elemanı dinamik olduğu halde kendi statik olan sistem Hemustatik Sistem olarak tanımlanabilir.

4. SİSTEM ANALİZİ VE TARIMSAL MEKANİZASYONA UYARLANMASI

Sistem analizinin tanımını yapmadan önce bir sistem uzayını incelemek gerekir (Şekil 6)



Şekil 6. Sistem Uzayı

Sistem yönetimi, sistem mühendisliği ve sistem analizinin sistem uzayında vektörlerin bileşimi sistem yaklaşımı vektörünü oluşturmaktadır.

Sistem mühendisliği, sayıca uygun seçenek arasından karar vericilerin tüm amaçlarını en iyi bir biçimde karşılayan faaliyetler kümesini belirli kısıtlar altında seçme, sanat ve bilimi olarak bilinir. Genel amacı sistemlerin planlama, projelendirme ya da işletimine ilişkin karar verme konularını içerir.

Sistem analizi ise; kaynakların belirli amaçlara optimal bir biçimde erişebilmesi yönünden düzenleme biçimini belirleyen kuralların düzenlenmiş bir kümesidir. Genellikle belirli analitik araçların kullanımını içerir. Bunlar arasında üretim fonksiyonları, marjinal analiz kavramları, optimizasyon teknikleri, karar verme teknikleri ve duyarlılık analizi sayılabilir.

Sistem yönetimi ise; problemin çözüm aşamalarından biri değildir. Tüm aşamalara etkilidir.

Öte yandan OPTNER adlı bir araştırıcı sistem tasarımı üç kısımda inceleyerek sistem analizini tanımlamaya çalışmıştır. OPTNER'e göre sistem tasarımı;

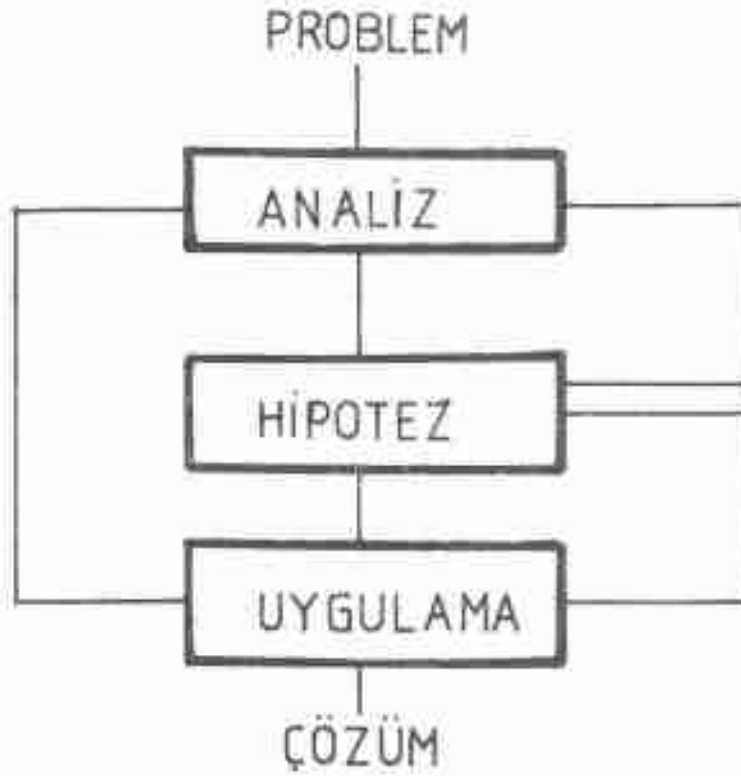
- a) Analiz (Araştırma)
- b) Hipotez (Sentez)
- c) Uygulama

aşamalarından oluşmaktadır. Analiz ve hipotez'in ise sistem analizini oluşturduğunu açıklamaktadır. Her bir aşamanın birbiriyle ilişkisi bulunmaktadır (Şekil 7)

COULER'e göre de sistem yaklaşımı 7 ana adımda tanımlanmaktadır. Bu adımlar:

1. Mevcut sistemin tanıtımı,
2. Daha ileri bir sistemin işlemlerini ortaya çıkarmak için sistem analizi,
3. Geliştirilmiş sistemin dizaynı,
4. Yeni sistemin programlanması ve denemesi,
5. Yeni sistemi uygulamaya koyma,
6. Operasyon
7. Bakım ve düzeltme

Bu ana adımlardan 1 ve 2 cisi sistem analizi çalışmasını oluşturur.



Şekil 7. Bir Sistem Analizinde Geribildirme

Genel olarak sistem analizi şu özelliklere sahiptir:

- Kullanıcıyı amaç ve önlemler konusunda açık belirmeler yapmaya öiler,
- Bir sistem üzerinde gelecekteki istemlerin kesitilmesi için araçlar sağlar,
- Fazla sayıda olası çözümlerin türetilmesi ve bunlar üzerinde randımanlı araştırma yapma yöntemlerinin saptanması için yollar geliştirir,
- Geçerli seçeneklerin seçimi için optimizasyon tekniklerini bağdaştırır,
- Olası seçenekler arasından seçim için kullanılabilen karar verme stratejilerini salık verir.

Özet olarak sistem analizi; her düzeydeki çalışmalarda bilgisayar-
dan sağlanamayan ancak özel konulardaki mühendislik deneyinden
gelen sistem mühendisliğinin sanat yönünde kullanılmasıdır.

Genel olarak bir sistem analizi çalışmasının temel aşamaları:

a) Amaçların tanımı: Hiçbir mantıksal analiz kesin olmayan
amaçlarla ilerleyemez. Belirli bir organizasyon için yapılan sistem ana-
lizinde amaçlar belirginleştirilmelidir. Amaçlar şu ükeler çerçevesinde
sınıflandırılır.

- Salt ekonomik verimlilik
- Gelirin yeniden dağılımını sağlamak
- Ekonomik faydalarla tatmin edilmeyen arzuların karşılan-
ması

b) Etkinlik ölçülerinin formülasyonu: Analiz işleminin son amacı
bazı amaçları gerçekleyen seçilmiş alternatiflerin rölatif etkinlikleri
için bir takdir getirebilmektir. Alternatiflerin kendi amaçlarını ne dere-
ceye kadar gerçekleştirdiklerini belirleyecek araçlar olmalıdır. Bu ne-
denle alternatiflerin performans ölçüleri tanımlanmalı ve sayısal olarak
belirlenebilmelidir.

c) Alternatiflerin Geliştirilmesi: Tercih edilebilir çözümlerin bu-
lunması ve tasarlanması sistem analizinin temel amacı olduğuna göre,
oluşan alternatif sayısının üzerinde önemle durulacağını bulmak ve
işlemler için ayrıntılı inceleme gerekir.

d) Alternatiflerin değerlendirilmesi: Bunun için her bir alternatif
sistem ile aşağıda sayılan etkilerin birleştirilmesi gerekir. Bunlar,

- Maliyet
- Faydalar
- Toplum üzerindeki etkileri
- Fonksiyonel etkinlik

Uygun modellerin seçimi ve formülasyonu, alternatifleri değer-
lendirmenin anahtar adımını oluşturmaktadır.

e) Seçim: Bütün sonuçlar arasında denge kurma sanatıdır. Se-
çim işleminde, bir projeden etkilenecek ilgili gruplar arasındaki fayda
ve maliyetlerin dağılımı, elden geldiğince yaklaşık net toplamıyla göz-
önüne alınmaktadır. Burada sistem analizi; karar verme sürecindeki bo-

lırsızlıkları olanaklar içinde kaldırarak ve seçenekleri koyarak karar vericiye yardımcı olacaktır.

Görüldüğü gibi sistem analizi temel aşamaları; karar vermek için yapılan bilimsel bir hazırlığı oluşturmaktadır.

4.1. Sistem Analizi Teknikleri

Genel olarak sistem analizinde şu teknikler kullanılmaktadır.

a) Bir organizasyon yardımıyla bilgi akışını analiz etmeye ve tanımlamaya yarayan teknikler,

b) Matematiksel ve istatistiksel teknikler,

c) Kaynakları belirleme ve analiz etme teknikleri

Öte yandan sistem analizi bir yönyle bir araştırması olduğuna göre; yönyle bir araştırmasının model ve teknikleri burada da geçerlidir.

4.1.1. Problemlerin Formülasyonu

Sistem analizinde ortaya konulan problemin çözüm aşamalarının bilinmesi yada problemlerin formülasyonu karar vermeye büyük ölçüde yardımcı olur. Ancak bunun için de sistemin sınır ve elemanlarının çok iyi açıkça belirlenmesi gerekir. Yanlış yorum ve sonuçlara varılabilmektedir. Onun için sistemi belli bir sınırdaki tutmak gerekir. Bu sınırlamada 4 temel unsur ele alınır.

a) Eleman

b) Özellik

c) İlişki

d) Sınır

Zaten bir sistemin elemanlarının yapı ve karşılıklı ilişkilerinin incelenmesi sistem analizi olduğuna göre; bunun formüle edilmesi gerekir;

$$\text{Sistem} = f(x_1, y_1)$$

Burada: x_1 = Denetlenebilir girdiler

y_1 = Denetlenemeyen girdiler

şeklinde düşünülür. Sonra bunun çözümü için çeşitli sistem analizi tekniklerinden yararlanır. Fakat her işte bu kadar basit formüle edilemeyeceği de ayrı bir gerçektir. Böyle durumlarda sistem çözümü için hangi sistem analizi tekniği uygun ise o kullanılır. Genel

olarak bir sistem analizi problemi çözme aşamaları şöyle sıralanabilir.

- a) Olayın modelini kurma
- b) Modelden karara geçme
- c) Çözümler bulma

4.1.2. Model Kurma ve Çözme

Model; incelenmekte olan ve kontrol altına alınması istenen sistemin bir benzeridir. Bu benzer üzerinde çalışılarak esas sistemin elemanları, özellikleri, kendi içi ve dışı ilişkiler ve sınırları ortaya konulmaya çalışılır.

Modeller üç grupta toplanır.

a) *Taklit Modeller*: Temsil ettikleri sistemin bir benzerinden oluşur. Bir pufuğun modeli, bir taraktörün modeli gibi. Bu modeller sistemin bazı yönlerini görünür bir biçimde temsil eder. Genellikle statik durumları gösterirler. Ancak bu bir kural olmayıp örneğin bir fabrikanın içinin yerleştirme düzeninin taklit modeli kurulurken tezgahların yerlerini kolaylıkla hareket ettirilebilen elemanlarla gösterilmesinde dinamik karakter gösterir.

b) *Benzer (Analog) Modeller*: Uygulamada her olayın taklit şeklinde modeli yapılamaz. Bu durumda sistemin bir özelliği ve elemanlar seti ile aşağı yukarı aynı kanun ve kurallara uyar şekilde olan başka bir sistemin özellikleri ve eleman seti arasındaki benzerlikten hareket edilir. Örneğin grafikler en basit analog modellerdir. Bunlarda bir özellik değişince diğerinin nasıl değiştiğini görmek mümkündür. Tarımsal mekanizasyonda örnek vermek gerekirse örgül hızı hesaplamak için kullanılan abaklar verilebilir. Böylece santrifuj pompalarda devir bulunabilir. Kasacası analog modeller yardımıyla benzer yapıda olan birçok olay temsil edilebilir PERT ve CPM teknikleri analog modellerin ileri uygulamalarıdır.

c) *Sembolik Modeller*: Üzerinde çalışılan sistemin, tamamı, elemanları, bunlar arasındaki ilişkiler belirli sembollerle gösterilmesi sembolik modellerde esastır. Genellikle matematik semboller kullanılır.

Örneğin $S = f(x,y)$ gibi

Problemin formülasyonu ile modelin kurulması arasında sıkı bir ilişki vardır. Başlangıçta kurulan modeller taklit yada benzer olabilmektedir. Bundan sonra hareket şekilleri ortaya konulur. Daha sonra esas modele geçilir.

Model kurmak statik ve dinamik olarak iki tipe ayrılır. Statik model kurmada problemin mevcut durumundan hareket edilir. Uygulamada statik modelcilik daha fazla uygulanır. Ancak burada kontrol önemlidir. Kontrol,

- a) Modelin ve ondan elde edilen çözümlerin sisteme uygunluğu.
- b) Modelin; sistemin dinamik yapısına uyumu.
- c) Modelin ve çözümlerin gerçek sisteme aydurlması, aktarılması şeklinde yapılır.

Modelde başarı sağlamak için yarımlara uymak gerekir.

a) Planlı bir şekilde istenen bilgilerin toplanması. Burada bilgilerin istatistiksel değerlendirmeleri önem taşımaktadır. Ayrıca bilgiler toplanırken numerik değerlerin net olarak tarif edilmesi gerekir.

b) Doğru ve gerçekçi numune almak.

c) Bilginin dönüştürülmesi: Burada toplanan bilgiler istatistiksel ve matematiksel boyutlara dönüştürülür.

d) Çözümün testi: Model kurmada en önemli kısımdır. Sadece matematiksel çözümler problemin çözümünde yeterli değildir. Sonuçun daha önce önerilenlerden üstünlüğünün ortaya konulması, çözümü isteyen kabul etmesi burada önemlidir. Çözüm uzun süre alabilir. Böyle durumda modelin genel testinde başarı sağlanırsa uygulamaya kontrollü olarak başlanabilir.

e) Modelin ve Çözümün Kontrolü ve Uygulama

Model birçok safhali yada zamana göre gelişen bir proje yada kararlar dizisinden ibaretse yada birbirine bağlı faaliyetlerle ilgili ise zaman, yer, kişi, maliyet vb. akış diyagramları hazırlamak ve bir çeşit grafik araçlardan yararlanmak ve ona göre düzeltmeler yapmak gerekir.

4.1.2.1. Konu ile İlgili Örnek

Örneğin tarım makinesi imal eden bir firmanın toplam kârı Z olsun. Bu kârı elde ederken firma iki tip ürünü (Pnömatik ekim ma-

kinası, kombine ekim makinası) piyasaya sürmektedir. Her bir ürünün birim başı kârı a_1, a_2 ve ürün cinsi x_1, x_2 ile

$$Z = a_1x_1 \text{ ve } Z = a_2x_2$$

yada,

$$Z = a_1x_1 + a_2x_2$$

olar. a_1 ve a_2 den hangisinin büyük oluşu o üretim çeşidinin firmaya daha fazla kâr getirdiğinin bir göstergesidir. Ancak kâr getiren ürün çeşidini üretebilmek için (örneğin pnomatik ekim amkinası) kalifiye işçiye ve daha fazla zamana gereksinime duymak gerekir. Toplam zaman T ; x_1 ürünü için t_1, x_2 ürünü için t_2 birim zaman gereksinmesi olduğuna göre

$$t_1x_1 + t_2x_2 \leq T$$

olmalıdır.

Öte yandan her bir ürün üretimi için harcanacak para durumunda devreye katılmak:

$$c_1x_1 + c_2x_2 = C$$

oluşur. Burada C toplam harcamayı, c_1 ve c_2 birim ürün için harcamaları göstermektedir.

İşte burada sorun:

$$a_1x_1 + a_2x_2 = Z$$

$$t_1x_1 + t_2x_2 \leq T$$

$$c_1x_1 + c_2x_2 = C$$

matematiksel modele dönüştürülmüştür. Bu model kurulurken ayrıca kısıt faktörleride devreye katılabilir. Örneğin x_1 ürünü için mutlaka belli bir t_1 zamanı konulması gibi.

4.1.3. Doğrusal Programlama

Doğrusal programlama, sınırlı olan kaynakları, birbirleriyle yarışma durumunda bulunan faaliyetler arasında optimal bir biçimde dağıtım sorunu ile uğraşan bir planlama yönetimidir. Doğrusal programlamada, sorunu belirlemek için matematiksel modelde yer alan tüm fonksiyonların doğrusal olmaları gerekir.

Burada programlama sözcüğü,asal olarak planlamaya karşılıktır. Buna göre doğrusal programlama, optimal bir sonucun elde edilmesi için, faaliyetlerin planlanmasını kapsar. Bu, matematiksel mode-

le göre, tüm uygun seçenekler arasından belirlenen amaca en iyi erişen bir sonuç niteliğindedir.

Bir doğrusal programlamanın genel matematiksel biçimi, şöylece açıklanabilir.

a) Amaç fonksiyonu

$$Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n$$

b) Kısıtlayıcı etmenler

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \leq, =, \geq b_1$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n \leq, =, \geq b_2$$

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n \leq, =, \geq b_m$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, \dots, x_n \geq 0$$

Burada karar değişkenlerini simgeleyen x_1, x_2, \dots, x_n değişkenleri, kısıtlayıcı etmenleri sağlayacak biçimde, verilen n sayıdaki faaliyetlerin düzeyini belirler. Z ise seçilen tüm etkinlik ölçüdür.

Max Z yada min Z olarak belirlenen doğrusal programlama modelinin çözümünde;

a) Grafiksel yöntem

b) Simpleks yöntemi

c) Duakle yöntemi

en çok kullanılan yöntemlerdir.

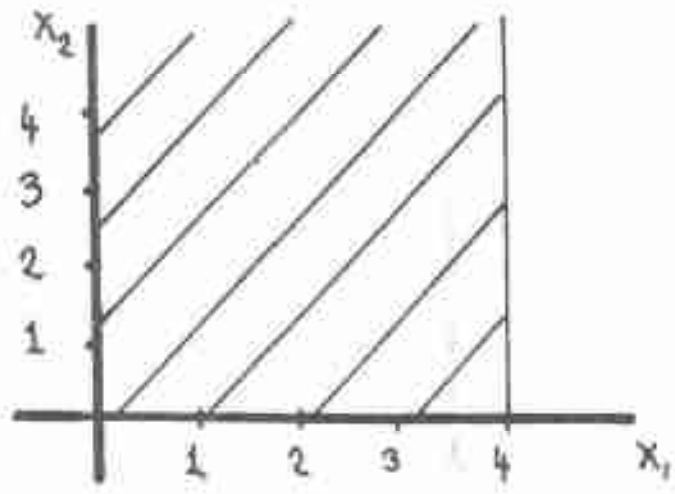
Grafik yönteminde ilk adım, kısıtlayıcı etmenlerle belirlenen x_1, x_2 değerlerini çizgisel olarak tanımlamaktır. Bu da izin verilebilir değerlere ilişkin bölgeyi sınırlaması gereken doğruların çizimi ile sağlanır. Örneğin $x_1 \leq 4$ kısıtı ile başlansın. Böyle bir kısıtlamanın anlamı (x_1, x_2) $x_1 = 4$ doğrusunun sağında yer alamazlar. Bu durum şekil 8'de gösterilmiştir.

$$\text{Bu kısıta } x_2 = 6, 3x_1 + 2x_2 = 18, x_1 = 0, x_2 = 0$$

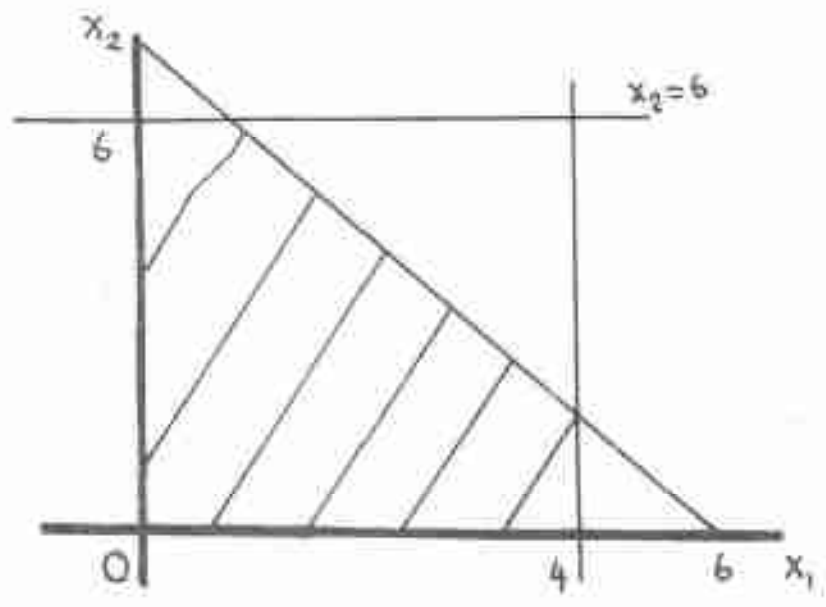
kısıt doğruları eklendiğinde (x_1, x_2) 'ye ilişkin izin verilebilir. Değerler bölgesi Şekil 9'daki biçimde bulunur.

İkinci ve son adım, oluşturulan "Uygun çözüm bölgesinde" $Z = 3x_1 + 5x_2$ 'yi en fazla kılan noktayı bulmaktır. Burada yanlış deneyim yönteminden yararlanarak şekil 10'da oluşturur.

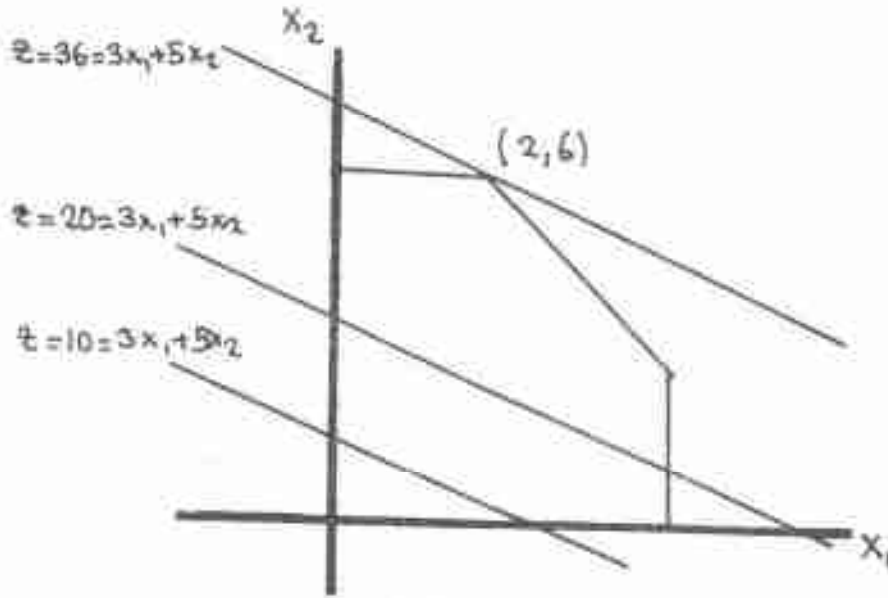
Şekil 9 incelendiğinde $3x_1 + 5x_2$ 'yi en fazla kılan (x_1, x_2) değerleri $x_1 = 2, x_2 = 6$ durumudur.



Sekil 8.



Sekel 9.



Şekil 10

Bu örnekten görüleceği gibi grafik yöntemi ikiden fazla değişkenler için kullanılmaz.

Simpleks yöntemi, tüm temel uygun çözümleri ele almadan incelemede bulunur. Özet olarak simpleks yöntemi şöyle uygulanır.

İlk Çözüm: Kukla değişkenleri modele sok, Bunların ilk temel değişkenler olarak al.

Ayama 1: Yeni girecek temel değişkenleri sapt. Z 'yi en fazla arttıracak temel olmayan değişkenler aday olarak alınır. Diğer bir deyişle amaç fonksiyonunda katsayısı en yüksek olan değişken alınır.

Ayama 2: Temel olmaktan çıkacak yeni değişkeni sapt. yeni giren değişken arttığında, sıfıra en hızlı yaklaşan temel değişken seçilir. Cebirsel olarak; yeni girecek temel değişkenin indisi e , i , eşitlikteki katsayı a_{ie} ve b_i bu eşitliğin sağ tarafı olsun ($i = 1, 2, \dots, m$) Bu durumda x_e 'nin i eşitliğindeki üst sınır

$$x_e \leq \begin{cases} +\infty, & \text{eğer } a_{ie} \leq 0 \\ \frac{b_i}{a_{ie}}, & \text{eğer } a_{ie} > 0 \end{cases}$$

Buna göre, üst sınırı en az olan eşitlik seçilir. Buradaki temel değişken, çıkacak değişkendir.

Ayama 3: Yeni temel uygun çözümü saptar. Yeni temel değişkenleri, temel olmayanların cinsinden saptar ve bunları sıfıra eşitle.

Ayama 3: Elde edilen çözümün optimal olup olmadığını saptar. Temel olmayan değişkenlerden biri arttığında Z'nin artıp artmadığını kontrol et. Bu işlem, temel değişkenlerin amaç fonksiyonundan çıkarılması ve bunlara ilişkin katsayıların işaretlerini kontrol etmektir. Tüm katsayılar pozitif ise çözüm optimaldir. Yoksa ilk aşamaya git.

Bu aşamaları ele alan tarım makineleri işletmeciliğinde simpleks metodunun uygulaması, üzerine bir örnek Bölüm 3.1.3.1. konu ile ilgili örnekler bölümünde verilmiştir.

Simpleks yöntemi ile çözülen sorun eğer maksimum ise kendisine karşılık bir minimum sorunu vardır. Buna duali denir. Aynı şey minimum için geçerlidir. Genel olarak asal soruna (maksimum yada minimum) birincil, dualine ikincil sorun adı verilir. Her iki sorun için belirli bir optimal çözüm vardır.

İşte dualite; birincil soruna ilişkin amaç fonksiyonunun maksimum uygun değeri, ikincil amaç fonksiyonunun minimum uygun değerine eşit olduğunu belirtir. Bu konu ile doğrusal programlamada taşıma ve dağıtım modelleri ile ilgili örnekler bölüm 3.1.3.1. konu ile ilgili örnekler bölümünde verilmiştir.

4.1.3.1: Konu ile İlgili Örnek Simpleks Yönteminin Uygulanması.

Problem: Ortta Anadolu koşullarındaki bir tarım işletmesinin en ekonomik taşımacılık modelinin ortaya konulması işletmede 3 türlü ürün üretilmesi dikkate alınıp elde bulunan A ve B tip tarım arabaları ile çözüme gidilecektir.

Bu ürünler ve yılda alınan toplam ürün miktarı:

Buğday için max. ürün miktarı : 10 ton

Apa için max. ürün miktarı : 5 ton

Şeker Pancarı için max. ürün miktarı 12 ton'dur. Bu ürünleri taşımak için işletmedeki 2 tip tarım arabasından yararlanılmaktadır. Bu tarım arabalarının ve bunu çeken çeki kaynağı olan traktörün kombine olarak çalışmasındaki birim masraf TL./km olarak;

A tarım arabası için 10 TL/km
B tarım arabası için 12 TL/km'dir.

Amacımız eldeki mevcut tarım arabaları ile elde edilen ürünlerin min. masraf yapılarak taşınmasıdır. Bu min. masrafı TL/km olarak bulmak istiyoruz. Ayrıca traylerlerin taşıma kapasitelerini kontrol etmek istiyoruz.

A trayleri 2 tonluk

B trayleri 3 tonluk

olduğunu dikkate alarak metodun uygulanmasına başlayalım. Simpleks metodu, amacımızın min. veya max. olmasına göre düzenlenir. Probleminizde min. koşul istendiğine göre tablo sonucunun $Z_j - Z_i \geq 0$ olmasını sağlamamız gereklidir.

Eldeki verilere göre Tablo 1 oluşturulur.

TABLO 1

	A Tarım arabası	B Tarım arabası	Max. Ürün Mik.
Buğday	3	2	10
Arpa	2	1	5
Şeker Pancarı	5	4	12
Masraf (TL/km)	10	12	

NOT: Tabloda buğday A tarım arabası ile 3 seferde, B tarım arabası ile 2 sefer sonucunda taşınmaktadır. Aynı şekilde arpa ve şeker pancarı ile taşıma seferleri tabloda gösterilmiştir.

Bu tablodan yararlanarak sınır şartları ve gaye fonksiyonu yazılır:

$$3x_1 + 2x_2 \geq 10$$

$$2x_1 + x_2 \geq 5$$

$$5x_1 + 4x_2 \geq 10$$

eşitsizlikleri sınır şartlarını,

$$\text{minz: } 10x_1 + 12x_2$$

ise gaye fonksiyonunun teşkil etmektedir.

Simpleks metodu böyle bir LP modelini çözenin yollarını bize gösterir. Bunun için ilk önce başlangıç tablosu yapılır (Tablo 2).

TABLO 2. BAŞLANGIÇ TABLOSU

C_j		0	0	0	10	12
	x_0	0	x_1	x_2	x_3	x_4
0	x_1	10	1	0	0	3
0	x_2	3	0	1	0	2
0	x_3	12	0	0	1	5
Z_j		0	0	0	0	0
$Z_j - C_j$			0	0	0	-10

Bu tablo yapıldıktan sonra $Z_j - C_j$ değerleri içinde max. olan değer in bulunduğu sütun bulunur ve ok işareti ile belirlenir. Daha sonra;

$$\frac{b_i}{a_{ik}}$$

değerleri bulunur ve bunlar arasında min.

olan seçilir.

Bu seçilen değere pivot eleman verilir. Bu eleman sayesinde diğer adımlara veya iterasyonlardan oluşur.

Tablo 3'te metodun ikinci iterasyon sonucu görülmektedir.

$$\begin{array}{ll} 5 - 3.1 = 2 & 10 - 3.2 = 4 \\ 0 - 0.1 = 0 & 1 - 0.2 = 1 \\ 1 - 0.1 = 1 \text{ veya} & 0 - 0.2 = 0 \\ 2 - 1/4.1 = 7/4 & 0 - 1/4.2 = 1/2 \\ 2 - 5/4.1 = 3/4 & 3 - 5/4.2 = 1/2 \\ 1 - 1.1 = 0 & 2 - 1.2 = 0 \end{array}$$

değerlerini tabloda koymak

Tablo 3. İkinci İterasyon Sonucu

C_j		0	0	0	10	12
	x_0	0	x_1	x_2	x_3	x_4
0	x_1	4	1	0	-1/2	1/2
0	x_2	2	0	1	7/4	3/4
12	x_3	3	0	0	1/4	5/4
C_j		40	0	0	3	15
$Z_j - C_j$			0	0	3	0

Bu tablo sonunda Z_1-C_1 hepsi 0 dan büyük değere ulaşmıştır. Bunun için işleme burada son verilir. Eğer bu durum oluşmasaydı işleme üçüncü ve gereksirse daha fazla iterasyona başvurulacaktı.

Sonuç olarak şunu söyleyebiliriz. Ele aldığımız işletmede min. masraf 48 TL/km'dir. Traylerin taşıma kapasitelerine tam olarak kullanılmadığı anlaşılmaktadır. Şöyle ki işlem sonunda

B tarım arabasının her seferde ort. olarak 3 ton yük

A tarım arabasının her seferde ort. olarak 1 ton yük taşıdığı anlaşılmaktadır. Fakat sonuç işletmeye min. masraf yaptırılarak eldeki tüm ürün taşınabilmiştir. Zaten amaç budur. Ve bu istenmektedir. -

Metodun uygulamasından anlaşılacağı üzere işlemlerin karışıklığı ortadan kaldırıldığı gibi kısa zaman periyodunda sonucu varılmıştır.

Bu örnek dışında örneğin bir toprak işleme koşullarındaki min. masraf veya bir elektrik devresinde min. iletken geriliminin bulunması bu metodun uygulamasında bulunabilir.

Dualite Yönteminin Uygulanması

Problem: Bir çiftçinin 100 hektarlık arazisi vardır. Bu arazide buğday ve mısır yetiştirilmek istenmektedir. Buğdayın yıllık hektara su ve gübre gereksinimleri 3000 m³ ve 200 kg'dır. Mısırın ise, 5000 m³ ve 100 kg'dır. Çiftçi suyun 1m³ ü için 0,10 TL ve gübrenin 1 kg'ı için de 1,50 TL ödemekte ve yılda 17.000 kg'dan fazla gübre bulamamaktadır. Diğer taraftan bir hektarlık alandan sağlanabilecek mahsülü 1000 TL. sına daha önceden satmıştır. Buna göre çiftçinin bitki ekim desenini saptayınız.

Çözüm: Buğday ve mısır ekim alanları sırasıyla x_1 ve x_2 olsun. Burada amaç, fazla gelir sağlayan bitki deseninin x_1 ve x_2 saptanmasıdır. Bu duruma göre, sorununun doğrusal programlama formülasyonu şöylece yapılabilir.

$$\text{Mak. } z_k = 400x_1 + 350x_2$$

$$\text{Kısıtlar } x_1 + x_2 \leq 100$$

$$200x_1 + 100x_2 \leq 17.000$$

$$x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0$$

Çözümlemede ilk adım, iki kısıt eşitsizliğinin küçük değişkenler kullanılarak eşitlik biçimine dönüştürülmesidir.

$$\begin{aligned} \text{Mak. } Z_c &= 400x_1 + 350x_2 + 0x_3 + 0x_4 = 0 \\ \text{Kısıtlar} \quad &x_1 + x_2 + x_3 = 1000 \\ \text{ve} \quad &2x_1 + x_2 + x_4 = 170 \\ &x_i \geq 0, \quad i = 1, \dots, 4 \quad (n=2, m=2) \end{aligned}$$

ilk simpleks çizelgesi, aşağıdaki genelleştirilmiş biçime sahiptir.

Temel değişken	Denklemler sayısı	Değişken katsayıları							Sağ taraf
		x_1	x_2	x_3	x_4	x_{n+1}	x_{n+2}	x_{n+m}	
Z_c	(0)	1	$-C_1$	$+C_2$	$-C_3$	0	0...0	0	
x_{n+1}	(1)	0	C_1	a_{11}	a_{12}	1	0...0	b_1	
x_{n+2}	(2)	0	a_{21}	a_{22}	a_{23}	0	1...0	b_2	
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	
x_{n+m}	(m)	0	a_{m1}	a_{m2}	a_{m3}	0	0...1	b_m	

1.		P ₁						
Temel değişken	Denklemler sayısı	Z_c	x_1	x_2	x_3	x_4	Sağ taraf	
Z_c	(0)	1	-400	-350	0	0	0	
x_3	(1)	0	1	1	1	0	100	
x_4	(2)	0	2	1	0	1	170	
2.			P ₁					
Z_c	(0)	1	0	-150	0	200	34 000	
x_3	(1)	0	0	1/2	1	-1/2	13	
x_4	(2)	0	1	1/2	0	1/2	85	
3.								
Z_c^*	(0)	1	0	0	300	50	38 500	
P ₂	x_3^*	(1)	0	0	1	2	-1	30
P ₁	x_4^*	(2)	0	0	0	-1	70	

Görüleceği üzere 3. çizelgenin (0) numaralı amaç fonksiyonu denkleminin de negatif katsayılı bir değişken bulunmamaktadır. Bu nedenle maksimizasyon birincil sorunun optimal çözümü elde edilmiştir. Optimum çözüm $x = (x_1)$, p_1 ile işaretlenen sıraların son sütunda yer alan karşılıklarındaki değerlere eşittir. (Eğer herhangi bir j satırı p_j ile işa-

retlenmemişse, bunun karşılığı olan $x_1 = C'$ dir) Böylece optimum çözüm $x_1^* = 70, x_2^* = 30$ ve $Z_0 = 38500$ olarak bulunmuştur. Diğer bir deyişle çiftçi 70 hektar buğday ve 40 hektar mısır ekerek 38500 TL gelir sağlayacaktır.

Yukarıdaki maksimizasyon sorunun (birincil sorunu) optimal çözümünün sağlandığı 3. son simpleks çizelgesinin genel biçimi şöyledir.

Temel değişken	Denklemler Sayısı	Z_0	$Z^{*n+1} =$	Z^{*n+2}	$\dots Z^{*m+n}$	Y_1^*	Y_2^*	Y_m^*	Sağ taraf
			x_{n+1}	x_2	$\dots x_n$	x_{n+1}^*	x_{n+2}^*	Z_{n+m}^*	
Z^*	(0)	1	$Z_1 - C_1$	$Z_2 - C_2$	$\dots Z_n - C_n$	Z_{n+1}^*	Z_{n+2}^*	Z_{n+m}^*	V^*
İşaretimsiz kuvva satırlar P_i	(1)	0	\dots	\dots	\dots	\dots	\dots	\dots	b_1^*
	(i)	0	\dots	\dots	\dots	\dots	\dots	\dots	b_i^*
	(m)	0	\dots	\dots	\dots	\dots	\dots	\dots	b_m^*

Dual kavramına göre, simpleks yönteminde birincil ile bunun karşılığı olan ikincil sorun arasında aşağıdaki ilişkiler vardır.

$$Z_x^* = Z_y^*$$

$$Z_x^* = \sum_{i=1}^m z^*_{n+i} b_i$$

$$Z_1^* = \sum_{i=1}^m z^*_{n+i} a_{ij} X_j$$

$$y_1^* = z^*_{n+1} - C_1$$

$$y_{m+i}^* = Z_i - C_i$$

$$y_1^* = 0 \quad x_{n+i}^* \geq 0 \text{ birincil } x_{n+i} \text{ kulla değişkeni temel}$$

$$y_i^* > 0 \quad x_{n+i}^* = 0 \text{ birincil } x_{n+i} \text{ kulla değişkeni temel olmayan}$$

$$x_i > 0 \quad y_{m+i}^* = 0 \text{ birincil } x_i \text{ değişkeni temel}$$

$$x_i = 0 \quad y_{m+i}^* > 0 \text{ birincil } x_i \text{ değişkeni temel olmayan}$$

Bu duruma göre yukarıdaki birincil sorunun simpleksle bulunan çözümünü ikincil sorun için şu sonuçları içerir:

$$x^* = (70, 30, 0, 0); y^* = (300, 50, 0, 0)$$

$$Z^* = (400, 350, 300, 50)$$

$$Z_x^* = Z_y^* = \sum_{i=1}^m z^*_{n+i} b_i = (300 \times 100) + (50 \times 170) = 38.500 \text{ TL}$$

Diğer taraftan örnek olarak alınan birincil sorunun karşılığı olan ikincil sorun şöyledir.

$$\begin{aligned} \text{Min. } Zy &= 100y_1 + 170y_2 \\ y_1 + 2y_2 &\geq 400 \quad \text{buğday} \\ y_1 + y_2 &\geq 350 \quad \text{Mısır} \\ y_1 &\geq 0, y_2 \geq 0 \end{aligned}$$

$y_1^* = z_{b_1,1}$ i kaynağının marjinal değerini gösterir.

$$y_1^* = 300, y_2^* = 50$$

$b_1 = 100$ hektar idi. Eğer arazi $k = \mp 1$ hektar olursa

Z^* de $\mp k z_{b_1,1}$ kadar değişir. Sayısal olarak, $Z^* = 38500$

∓ 300 olur. Diğer taraftan, bir kaynak olarak gübre $k = \mp 1$

kadar değişirse $Z^* = 38500 \mp 50$ kadar değişecek demektir.

İkincil sorunun *Dual Simpleks* yöntemiyle çözümü:

$$\begin{aligned} \text{Max. } Z y &= -100y_1 - 170y_2 \\ y_1 + 2y_2 &\geq 400 \\ y_1 + y_2 &\geq 350 \\ y_1 &\geq 0, y_2 \geq 0 \end{aligned}$$

1.

Temel değişken		b	a_{1j}	a_{2j}	a_{3j}	a_{4j}	Sağ taraf
Z_1	(0)	100	170	0	0	170	0
y_1	(1)	0	-1	-2	1	0	-400
y_2	(2)	0	-1	-1	0	1	-350

(0) denklemini pozitif katsayılı. Eğer uygun ise çözüm optimaldir.

$y_1 = (0, 0, -400, -350)$, $Z^1 = 0$ çözüm uygun değil

(y_1) temel olmaktan çıkacak ($400 > 350$)

(y_2) temel olacak ($170/2 < 100/1$)

2.

Z_1	0	1	15	0	15	0	-34.000
Z_2	0	1	15	0	15	0	-34.000
y_1	(1)	0	1/2	1	-1/2	0	200
y_2	(2)	0	-1/2	0	-1/2	1	150

(0) denklemleri negatif katsayılı olduğundan çözüm optimal değil.

$y^2 = (0, 200, 0, -150)$, $Z^2 = -34\ 000$ çözüm uygun değil.

y_4 temel olmaktan çıkacak, y_1 temel olacak

3.

Z_j	(0)	1	0	0	70	30	-38 500
y^1	(1)	0	0	1	-1	1,2	50
y_2	(2)	0	0	0	1	-2	350

$y^* = (300, 50, 0, 0)$, $x^* = (70 - 30)$

$Z^* = -38\ 500$

Doğrusal Programlamada taşıma ya da dağıtım modellerine ilişkin örnek.

Problem:

Bir atölyede 3 yeni tezgah satın alınır. Atölyede bir tezgahın yerleştirileceği 4 yer bulunsun. Bu yerlerin bazıları tezgahların bir kısmına iş açısından daha uygundur. Buna göre, sorun, toplam malzeme işleminin masrafı en az kılan yerleştirmenin yapılması biçiminde belirlenebilir. Yapılan incelemede farklı yer ve tezgahlar için birim zamandaki malzeme işleme masrafı şöylece verilmiştir.

		Yer				
		1	2	3	4	%
Tezgah	A	13	10	12	11	
	B	15	×	13	20	
	C	5	7	10	6	

Masraf matrisinde 2 numaralı yerin B tezgahı için uygun olmadığı görülmektedir.

Bu sorunu bir yerleştirme modeline indirgemek için bir D kukla tezgahının dikkate alınması gerekir. Öte yandan optimal çözümde 2 numaralı yeru B tezgahının gelmemesi için buraya M gibi büyük bir masraf katsayısının verilmesi gerekir. Buna göre yerleştirme sorununun masraf matrisi aşağıda gösterilmiştir.

Çözüm işlemi, ilk masraf matrisinden oluşur. Optimal çözümün açıkça görüldüğü eşdeğer bir masraf matrisine dönüştürülmesinden

	1	2	3	4
A	13	10	12	11
B	15	M	13	20
C	5	7	10	8

başka birşey değildir. Bu sonuncu matris, sıfır ya da pozitif öğelerden oluşur. Yerleştirmede bu sıfır öğelerine yapılır. Toplam masraf negatif olmayacağından, sıfır toplam masrafı yapılan yerleştirme optimal olacaktır. Burada sorun ilk matrisin bu biçime dönüştürülmesidir.

Sorunun çözümündeki anahtar, sorunda bir değişim oluşmaksızın herhangi bir satır yada sütundan herhangi bir sabit değerin çıkarılabilmesidir. Diğer bir deyişle yeni matrise ilişkin optimal çözüm eski için de geçerlidir. Bunun göstermek için A satırının öğelerinden 10 çıkarılsın.

	1	2	3	4
A	3	0	2	1
B	15	M	13	20
C	5	7	10	0
D	0	0	0	0

Herhangi bir uyum çözüm A satırında tanı olarak bir yerleştirmeye sahip olması gerektiğinden, yeni matristeki toplam masraf, her zaman için eskinin 10 eksikine eşit olacaktır. Burada amaç, diğer satırlarda da sıfır öğelerinin bulunmasıdır. Bu işlem B ve C satırları için yapılırsa elde edilir. Bu masraf matrisi, tüm yerleştirme için gerekli olan sıfır öğelerine sahiptir. Böylece, A-2, B-3, C-1, D-4 yerleşkesi optimal çözümdür.

	1	2	3	4
A	3	0	2	1
B	2	M	0	7
C	0	2	3	1
D	0	0	0	0

Yukarıdaki çözüm her zaman için aşağıdaki örnekte gösterildiği gibi bu kadar kolaylıkla sağlanamaz.

Bir önceki örnekte olduğu gibi her satırdaki en küçük katsayı diğerlerinden çıkarılırsa şu sonuç bulunur.

Örnek

	1	2	3	4	5
A	11	17	8	16	20
B	9	7	12	6	15
C	13	16	15	12	16
D	21	24	17	28	26
E	14	10	12	11	15

	2	3	4	4	5
A	2	9	0	8	8
B	2	1	6	0	3
C	0	4	3	0	0
D	3	7	0	11	5
E	0	2	2	1	1

Bu durumda sıfır öğelere tam bir yerleştirme olası görülmemektedir. Daha fazla sayıda sıfır öğe bulmak için, herbir kolondaki en küçük katsayı söz konusu kolondaki katsayılardan çıkarılır. Bu işlem de aşağıdaki matrisi verir:

	1	2	3	4	5
A	2	9	0	8	8
B	2	1	6	0	3
C	0	4	3	0	0
D	3	7	0	11	5
E	3	0	2	1	1

Bundan sonraki aşama, sıfır katsayılı öğelere tam bir yerleştirme yapılabilme durumunun saptanmasıdır. Bir satır yada sütunda bir sıfır öğe varsa yerleştirmenin buraya yapılması gerektiğinden, bu durumu gösteren öğeler taranır ve yerleştirme yapılır.

Buna göre, A-3'ün A satırı için ayrılması gerekir. Bu da D-3'ü yerleştirmeler açısından ortadan kaldırır.

	1	2	3	4	5
A			0		
B				0	
C	0			0	0
D			0		
E		0			

Buna benzer biçimde, B-4, B için sayılır C-4'ü ortadan kaldırır ve E-2, E'ye ayrılır. C-1; C'ye ayrılır ve C-5'i ortadan kaldırır. Sonuç olarak 4 sıfırlı öğeye yerleştirme yapılabilmektedir. Bu nedenle daha fazla sayıda sıfır öğenin oluşturulması gerekir.

Yani sıfırlı öğelerin oluşturulması pek açık görülmemektedir. Bunun için, sıfırlı öğelerin tümünü kapsayan satır yada sütunlar üzerinden doğrular çizilir. Çizgi sayısının enaz olması tercih edilir.

	1	2	3	4	5
A	2	9	0	8	8
B	7	1	6	0	3
C	0	4	3	0	0
D	3	7	0	11	3
E	3	0	2	1	1

En az sayıda doğruyun geçirilmesine ilişkin bir yaklaşım bu konunun sonunda verilecektir. Busayı, yerleştirme yapılabilecek öğe sayısına eşit olmabdir. Bu sayı örnekte dörttür.

Dikkat edilirse enaz katsayıya sahip öğe 2 ile A-1 dir. Buna göre, son matriste çizgi dışında öğelerden 2 çıkarılır ve kesişme durumundakilere 2'şer eklenir. Yani matris şöyledir.

	1	2	3	4	5
A	0	7	0	6	6
B	2	1	8	0	3
C	0	4	3	0	0
D	1	5	0	9	3
E	3	0	4	1	1

Son durumda yani bir tam yerleştirme yapılmaya çalışılır. Önce yapıldığı gibi B-4, D-3, E-2, C-5 ve A-1 yerleşkesi yapılır. Yerleştirme tam olduğundan, çözüm optimaldir. Eğer tam bir yerleştirme yapılmazsa optimal çözüm bulununcaya değin işlemler sürdürülür.

Yerleştirme sorununa ilişkin çözüm yaklaşımı şöylece özetlenebilir;

(1) Masraf matrisindeki her sıranın en küçük öğesini sözkonusu sıranın diğer öğelerinden çıkar. Bu işlemi diğer sıralar için yap.

(2) Sıra ve kolonları sırasıyla incele. Herbir sıra kolon için bir sıfırlı öğeyi yerleşime ayır diğerlerini sonraki işlemler açısından ortadan kaldır. Eğer ayrılan öğeler yerleşime yetiyorsa optimal çözüm sağlanmış demektir. Değilse (3) numaralı aşamaya git.

(3) Tüm sıfırlı öğeleri kapsayacak enaz sayıda doğruyu aşağıda belirtilen biçimde çiz.

- a) Yerleştirme yapılmayan tüm sıraları işaretle.
- b) İşaretlenen sıralarda sıfırlı öğeleri bulunan kolonları işaretle.
- d) İşaretlenecek sıra ya da kolon kalmayınca kadar (b) ve (c) adımlarını tekrarla.
- e) İşaretlenmeyen her sıra ve işaretlenen her kolon boyunca bir doğru çiz.

(4) Doğru ile kaplanmayan tüm öğeleri incele. Bunlar arasında enaz değerli öğeyi bul ve kaplanmayan öğelerden çıkar. Daha sonra, bu değeri iki doğrunun kesişme noktasındaki öğelere ekle. İkinci aşamaya git.

4.1.4. Oyunlar Teorisi

Serbest ekonomide önemli olan rekabettir. Bu durum tarım makineleri üreten firmalar için de geçerlidir.

Öte yandan tarım makinesi üreten bir firmanın iç problemlerinin en iyi çözüme kavuşturulması firmanın gelişimi açısından yetmiyecektir. Onun için çevredeki firmalar ile rekabet içine girmesi zorunlu olacaktır. Aksi durumda firma silinip gider.

İşte sistem analizinde böylesi rekabetler oyunlar teorisi ile çözüme kavuşturulur. Bununla ilgili örnek Bölüm 4.1.4.1'de verilmiştir.

Her sistem analizi yönteminde olduğu gibi burada da işleme model kurmak ile başlanır.

4.1.4.1. Konu İle İlgili Örnek

Problem: A ve B'ye gösterdiğimiz tarım makineleri üreten iki firmayı ele alalım. A firmasının elindeki kollar P ile gösterilen pnömatik ekim makinesi, Q ile gösterilen normal ekim makinesi, R ile gösterilen tırmık olsun B'nin ise kolları T ile S ile gösterilen pülverizatör ile S ile gösterilen pnömatik ekim makinesi olsun. Çeşitli stratejiler için yapılacak ödemeler (birim olarak) şu şekilde olsun.

A ve B nin Seçtikleri Planlar	
P	S
P	T
Q	S
Q	T
R	S
R	T

A ve B nin Ödedikleri Ödeme	
A-B	20
B-A	20
A-B	10
B-A	30
B-A	10
B-A	20

Bu durumda A ve B nin herbirisi için en iyi stratejinin hangisi olduğunu bulunur.

A için amaç, oyun sonunda en fazla pozitif ödeme elde etmektir. Bunu tablo haline getirelim.

		B FİRMASI	
		S	T
A FİRMASI	P	20-	20
	Q	-10	30
	R	10	20

Kolaylık olması açısından ödemelerin B firması tarafından A'ya yapıldığını varsayalım. B firmasının iki hareket tarzı vardır. S ve T. T plandaki ödemeleri daima pozitiftir. B hiçbir zaman T'yi seçmeyecektir. O halde B firması A firması ile rekabet edebilmek için piyasaya S ile gösterilen pnomatik ekim makinasını sürmelidir.

4.1.5. Dinamik Programlama

Dinamik programlama, belirli bir amaç fonksiyonunu optimum kılan, sırasal kararlar birleşiminin randımanlı olarak saptanmasını sağlar. Dinamik programlamaya uygulanabilmesi için soruların şu özelliklere sahip olması gerekir.

a) Sorun herbirinde bir eylem kararını gerektiren aşamalara bölünebilir nitelikte olmalıdır.

b) Değişken ve parametrelerin azlığı.

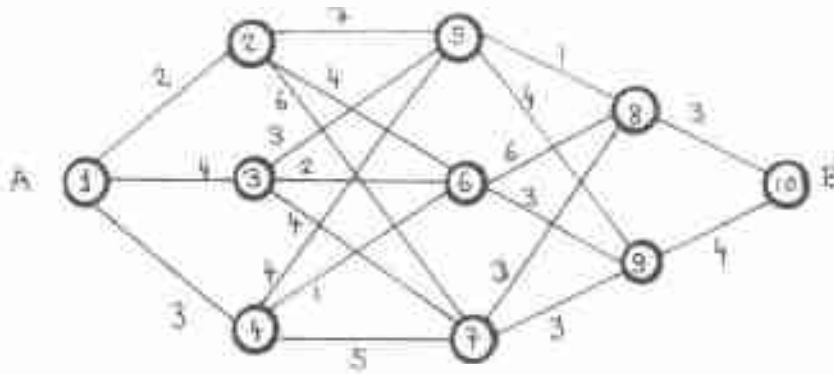
c) Sorunun her aşamasındaki bir kararın etkenliği, sistemin halihazırdaki durumunu bir sonraki aşamaya ilişkin bir duruma dönüştürmektir.

d) Optimalite prensibine uymalıdır.

Tarimsal Mekanizasyonda örneğin optimum makina yenileme politikasının dinamik programlama ile belirlenmesi mümkün olduğu gibi Bölüm 4.1.5.1. konu ile ilgili örneklerdeki gibi bir sorunun belirlenmesinde de kullanılabilir.

4.1.5.1. Konu ile İlgili Örnek

Problem: Tarım makineleri üreten bir firmada A noktasındaki bir makina parçası ham maddesinin B noktasında mamül hale gelebilmesi için tezgahlar açısından bir düzenleme yada toplam masrafı en az kılan güzergahın saptanmasının dinamik programlama ile belirlenmesi (Şekil 11).



Şekil 11.

- Aşama 1 : 1 den 2,3, yada 4'e
 Aşama 2 : 2,3 yada 4'ten 5,6 yada 7'ye
 Aşama 3 : 5,6 yada 7'den 8 yada 9'a
 Aşama 4 : 8 yada 9'dan 10'a

Masraf Matrisleri

	X_1	2	3	4
S_1				
$n-4$	1	2	4	3

	X_1	10
S_1		
8	3	
9	4	
$n-1$		

	X_2	7	4	6
S_1				
5	3	2	4	
6	4	1	5	
$n-3$				

	X_3	1	4
S_1			
5	6	3	
7	3	2	
$n-2$			

b)

Burada:

n : Aşama sayısı

S_n : Durum değişkeni

x_n : Karar değişkeni

$F_n(S_n, x_n)$ = n adet aşamamızın toplam masrafı

$C(S_n, x_n)$ = S_n durumunu x_n 'e bağlayan yerleştirme masrafı

X_n^* : $F_n(S_n, x_n)$ fonksiyonunu en az kılan x_n kararı

$F_n^*(S_n) = F_n(S_n, x_n)$

Malzemenin 8 ve 9'a en az masrafla ulaşıyor olduğunu varsayalım. Buna göre karar işleminde bir aşama daha bulunmaktadır. Buna göre $n = 1$ için çözüm;

$n = 1$	S_1	$C^*(S_1)$	x_1^*
	7	3	10
	9	4	10

x_1

$$F_1^*(S_1) = \min_{x_1} C(S_1, x_1)$$

Sırasal karar işleminde gidilecek daha iki aşama olduğunu ve malzemenin 5 yada 6 yada 7'ye en az masrafla ulaştığını varsayalım. Bu durumda çözüm;

$n = 2$	S_2	II	V		
	5	1 + 5 = 4	4 - 4 = 8	4	8
	6	6 - 3 = 8	3 - 4 = 7	7	9
	7	3 - 3 = 6	3 - 4 = 7	6	8

$$F_2^*(S_2) = \min_{x_2} C(S_2, x_2) + F_1^*(X_2)$$

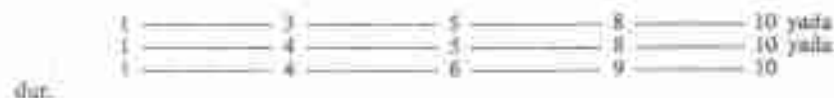
Bundan sonraki çözümler aynı yolla yapılır.

$S_2 \backslash S_1$	5	6	7	$F_2^*(S_2)$	x_2^*
2	7 + 4 = 11	4 + 7 = 11	6 + 6 = 12	11	5 yada 6
3	3 + 4 = 7	2 + 7 = 9	4 + 6 = 10	7	3
4	2 + 4 = 8	1 + 7 = 8	5 + 6 = 11	8	5 yada 6

$$F_3^*(S_3) = \min_{x_3} C(S_3, x_3) + F_2^*(X_3)$$

$S_3 \backslash S_2$	2	3	4	$F_3^*(S_3)$	x_3^*
1	2 + 11 = 13	4 + 7 = 11	3 + 8 = 11	11	3 yada 4

Bonuy otuzik en az masrafla makinesinin menzül hale gelebilmesi için güzergah şöyle belirlenmiştir.



4.1.6. Simülasyon Tekniği

Kelime anlamı benzetmedir. Model kurmada esas yönden bir benzetmedir. Ancak simülasyon, matematik, istatistik gibi belirli bir modeli kurmadığımız olayların yapısını incelemek için olayı yapay olarak canlandırmaya, kağıt üzerine getirmeye, modelsiz olarak olay üzerinde kontrol kurma gayretlerinin tümüdür.

Büyük simülasyon, basit el işlerinden grafiklere, yüksek hızlı hesap merkezlerine kadar çeşitli araçlar kullanılarak birçok problem de çözüm bulmada kullanılır. Alternatif çok olduğunda ise simülasyonda bilgisayarından yararlanır. Bilgisayara aktarılan bilgiler örneğin tarım makinası imalatı yapan işletmeye aitse şunlar olabilir.

- İşlem sırası
- Tezgahlarda geçen zaman
- İşin tamamlama zamanı
- Malzeme vb.

Bunlar sonunda üretim atölyelerinin simülasyonu, zaman çevrimlerinin, tesadüfi olaylar simülasyonu yapılabilir. Simülasyonda iki teknik vardır Bunlar:

a) Monte Carlo tekniği

Temelde rassal süreçlerde yada olasılı yaklaşımında bulunabilen süreçlerde yada olasılı yaklaşımında bulunabilen süreçlerle ilgili olan deneysel örnekleme yöntemidir. Tarım alet ve makineleri imalatında talepleri karşılayacak stok miktarının saptanmasında kullanılabilir.

b) Markov tekniği

Bazı değişkenlerin halen göstordikleri davranışları çözümlyerek aynı değişkenlerin gelecekteki davranışların tahmin edilmesi burada amaçtır. Tarımsal işletmelerde özellikle pazarlama sorunlarında kullanılır.

4.1.6.1. Konu ile İlgili Örnek

Problem: Patates hasadının mekanizasyonunda benzetim (Simülasyon) tekniğinin uygulanması.

Patates hasadı, patatesin topraktan sökülme, çiftliğe taşıma depolanması işlemlerinden oluşan bir sistemdir. Söküm zamanı gel-

miş patates tarlası, hasat makineleri ve operatörler sistemin bir elemanıdır. Sökme makinesi kendi deposunda topladığı patatesleri tarım arabasına boşaltmakta, tarım arabası dolduğunda çiftliğe giderek depoya boşaltmaktadır. Bu özelliklerden dolayı makine patates hasadına ilişkin sistem sökme, boşaltma, taşıma, depolama vb. gibi alt işlem gruplarına bölünebilir. Ayrıca sistemin yapısını daha basitleştirerek *kavramada* kolaylık sağlamak için, *tarlada kolaylık sağlamak için*, tarladaki işlemin düzenli bir sırası olduğu, belirli bir taşıma kapasitesinin var olduğu kabul edilmiştir.

a) Akış diyagramının çizilmesi

Bu sistemde işlemlerin akış diyagramı şöyle incelenebilir.

Diyagramda şematik olarak patates hasadı makinesi kendi deposunu doldurup, tarım arabasına boşaltmaya kadar çıkan evreler ile traktör ve tarım arabasının dolarak çiftliğe gitmesi, hasat edilmiş patatesleri çiftlikteki depoya bırakıp geri dönmesi ve tekrar dolması için geçen evreler ve işlemler gösterilmiştir.

b) Sisteme İlişkin Verilerin Derlenmesi

Makinalı patates hasadı için sistem verileri şu şekilde özetlenebilir.

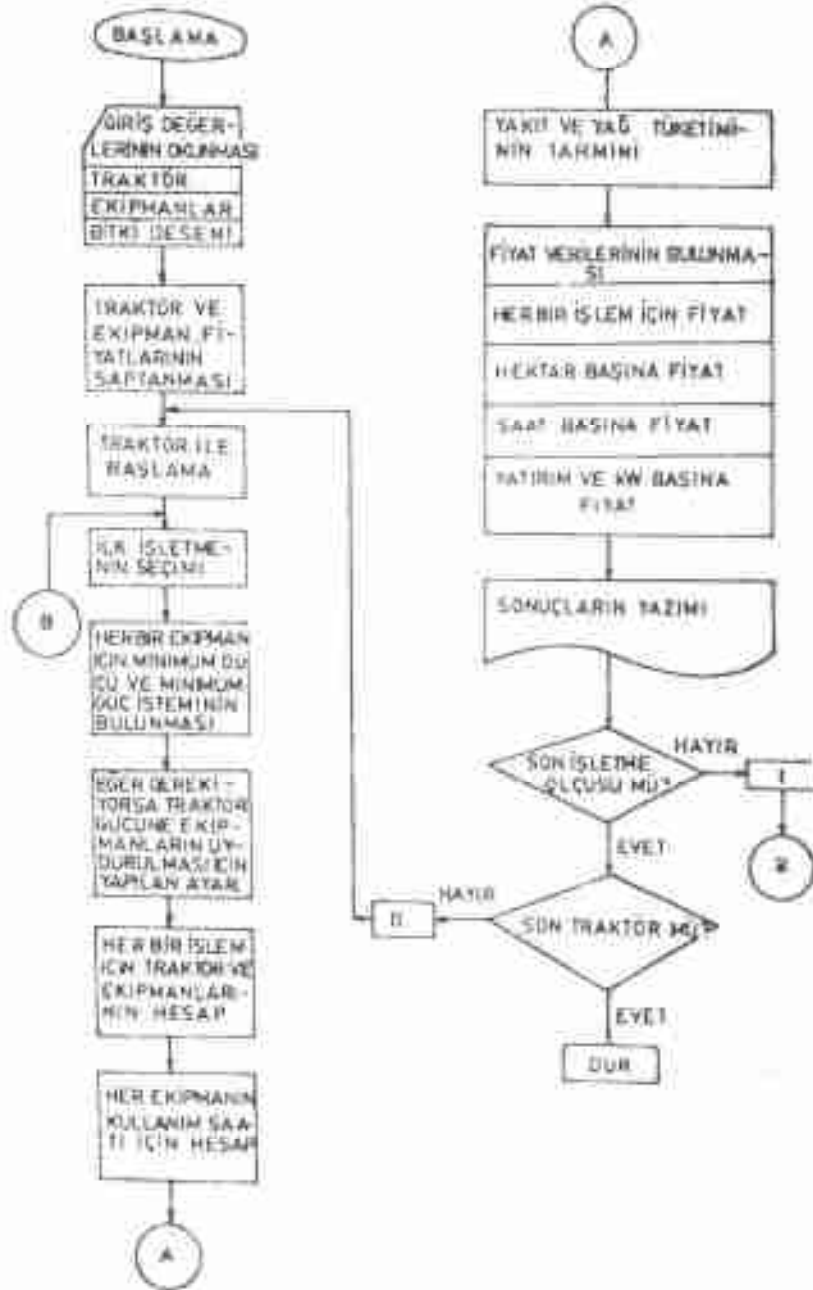
c) Problemin Ortaya Konması

Tarım arabasının tarla ve çiftlik arasında gidiş-geliş sürelerinin değişmediğini ve sökme makinesinde kesintisiz ve sabit hızla düzgün ilerlediği varsayılarak ve verilere dayanarak hesaplamalar yapıldığında bekleneyi yaratan kesintinin nerede olduğu saptanabilir.

Verilerden gidilerek yapılan hesaplamalar sonucu sökme makinesinin devir süresi 16 dakika, tarım arabasının devir süresi 25,1 dakika olarak bulunur. Bu hasat makinesinin 9,1 dakika beklemesi demektir. Bu durumda da hasat edilen ürünün maliyeti artacağından durumu yeni çözümler getirilmelidir. İşte bu aşama problemi ortaya koyar.

d) Amaçın Belirlenmesi

Amaç, makinalı patates hasadına ilişkin bu problemde çözüm için kesintileri ortadan kaldırarak, sökme makinesinin yaptığı hasadın maliyetini düşürmektir.



Patates Sokme Makinası

Sokulmuş Sıra Sayısı	: 1
Çalışma Hızı	: 5 km/h
Parsel Hızı dönüş sürümü	: 1 dakika
Depo Kapasitesi	: 1/2 ton
Tarım Arabası deposuna	
Bogaltma Süresi	: 2 dakika

Traktör — Tarım Arabası

Tarım Arabası Kapasitesi	: 2 ton
Tarım Arabası Bogaltma Süresi	: 10 dakika
Çiftliğe Uzunluk	: 2 km
Tarım Arabasının Tarladaki Hızı	: 5 km/h
Tarım Arabasının Yoldaki Hızı	: 15 km/h

Patates İçin

Sıra Arası	: 1 m
Verim	: 5 ton/h
Parsel Uzunluğu	: 250 m

e) Problemin çözümü

Bu problemde çözüm için alınacak her önlem birer seçenektir. Bu seçenekler şöyle belirlenebilir.

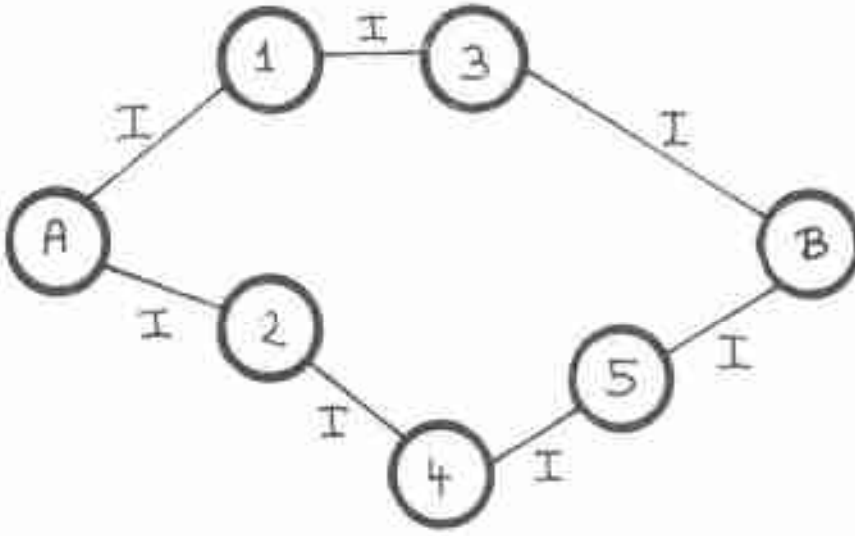
- Makinanın depo kapasitesini arttırmak
- İkinci bir tarım arabasını devreye sokmak amacıyla yedekte bekletmek
- Sistemde hem bir tarım arabası ve hem de bir traktör bulundurmamak
- Ürünü tarla kenarına yığmak ve bir yükleyici bulundurmamak.

Bu seçenekler daha da artırılabilir. Bu kararlardan hangisi çözüm için en uygundur? Buna simülasyonla karar verilir. Saptanan bu faktörler bir matematik modele dönüştürülür, model bilgisayar diline çevrilir ve bilgisayarda değerlendirilerek elde edilecek verilere göre uygun çözüm yolu saptanarak uygulamaya konur.

4.1.7. PERT ve CPM Yöntemleri

Her iki yöntem de grafik planlamaya uygun yöntemlerdir. Genellikle olayın modeli bir şebeke halinde gösterilmektedir. Dolayısıyla şebeke planlaması yada analizi olarak kullanılmaktadır.

PERT tekniği bazı niceliksel ölçüleri ve araçları kullanarak, prosesleri planlama ve kontrolde göze görülebilir yada kolay izlenebilir hale getiren şematik bir modeldir (Şekil 12).



Şekil 12-

Şekilde,
A: Olay
I: İşlem
B: Aınag
1, 2, 3, 4, 5 : Ara olaylar

PERT şebekesi kesin şekilde kurulup, kağıt üzerine geçildikten sonra her faaliyet için işlem zamanlarının elde edilmesi gerekir.

İşlem zamanları genellikle 3 zaman tahmini ile belirlenir. Bunlarda projeyi tamamlamak için gerekli olan toplam zaman bulunur. Zamanlar:

a: İyinsiler zaman

m: En muhtemel zaman

b: Kötümsiler zaman

b: Kötümsiler zaman

şeklinde dir. Bunların ortalama zamanı te;

$$t_e = \frac{a + 4m + b}{6}$$

Formülünden bulunur. a ile b arasında ne kadar fark varsa belirsizlik o kadar fazla olur. Sonuçta elde edilen te'ler şekilde T'ler yerine konulur. Daha sonra

- Kritik yol
- En geç bırakılacak zaman (TL)
- Boş zaman (S)

bulunabilir.

Kritik yol; projenin ilk olayından son olayına kadar geçen en uzun yoldur.

En geç bırakılacak zaman; bir olayın tamamlanması için tahmin edilen en erken zaman TE ile gösterilirse kritik yolda TL = TE olur. Diğer yollarda TL değerleri son olaydan başlanıp, birinci olaya doğru bir hesaplama ile bulunur.

Boş zaman; projenin tümü geçiktirilmeksizin bir olayın ertelenebileceği süredir.

Tarım mal mekanizasyonda; PERT tekniği örneğin bir soğuk hava deposunun yapılabilirlik raporunun hazırlanışından, işletmeye açılıncaya kadar geçen işlemlerde rahatlıkla kullanılabilir.

CPM tekniği de; PERT tekniğine benzer. Fakat en belirgin farkı CPM'nin planlama ve kontrol sürecinde maliyet kavramını da sokmasıdır.

4.1.7.1. Konu ile İlgili Örnek

Problem: Bir soğuk hava deposunun işletmeye açılıncaya kadar işlemlerde PERT tekniğinin uygulanması.

Bunun için işlem zamanlarının ortaya konulması gerekir. Bunlar:

No:	Yapılan Faaliyet	İşlem Süresi
1	Yapılabilirlik raporunun hazırlanması ve Değerlendirilmesi	25 gün
2	İlgili bankalardan kredi isteni	30 gün
3	Kredi alma için, mali müşavirler çalışmaları	15 gün
4	Kredinin sağlanması	30 gün

5	Makina ve ekipman ihalesine girecek firmaların önseçimi	40 gün
6	Mühendislik-müşavirlik yapacak firmanın bulunması	45 gün
7	Teknik şartnamenin hazırlanması	15 gün
8	Teklif verme	
9	Makina ve ekipman tekliflerinin alınması	20 gün
10	Tekliflerin değerlendirilmesi	30 gün
11	Mukavade yapımı	15 gün
12	Fabrikasyon (evs) binasının yapımı	150 gün
13	Tamamlama inşaatı	60 gün
14	Makinanın getirilmesi için akredatörün açılması	20 gün
15	Dışarını yapılacak makinaların dışarıları ve iş yerine getirilmesi	120 gün
16	Yardımcı makim ve ekipmanların imali ve iş yerine getirilmesi	40 gün
17	Ana makine donatım ve montajı	30 gün
18	Yardımcı makine ve ekipman montajı	20 gün
19	Enerji tesislerinin yapımı	30 gün
20	Su tesislerinin yapımı	15 gün
21	Aydınlatma tesislerinin yapımı	20 gün
22	Ön kabulün yapılması	10 gün
23	Depolanacak mal sağlanması imini	20 gün
24	İş geçi sağlanması	20 gün
25	Döneme işletmesi için alınır	10 gün
26	Akacakların giderilmesi	15 gün
27	Kesin kabul	30 gün
28	İşletmenin açılışı	

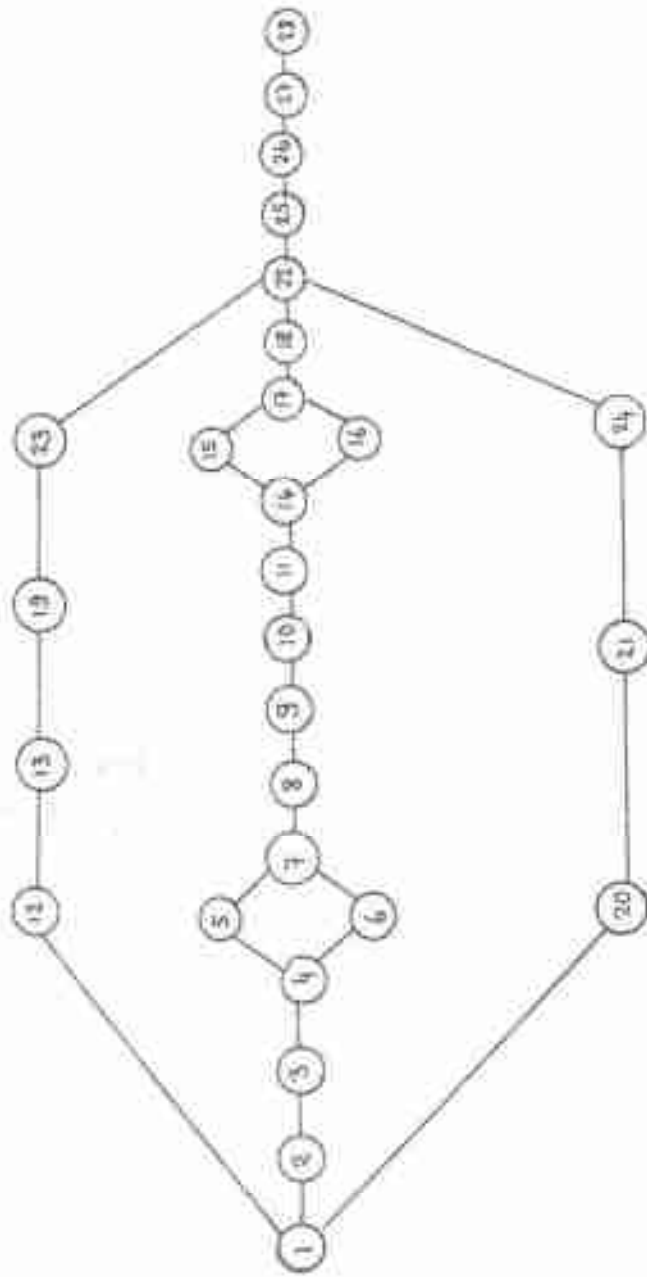
Bu değerlendirmeler ışığı altında pert diyagramı şöylece çizilir (Şekil 13).

Daha sonra serbest zaman tablosu düzenlenir ve grafik üzerinde tdelemeler yapılır

4.1.8. Diğer Yöntemler

Tarımsal Mekanizasyonda da diğer yöneyem araştırması tekniklerinden de yararlanılarak sistemlerin analizi ve uygun çözüm yolları önerilebilmektedir.

Bu tekniklerden biri rassal programlama tekniğidir. Bu teknik sistemin herhangi bir anda karakteristiklerini zamana bağlı bir değişim göstermesi durumunda, problemin çözümünde uygulanır. Bunun için üzerinde çalışılan problemin kesin bir modelle tanımlanabilmesi için değişken, model içerisine alınır. Bu da ancak model içerisinde random sayıların türetilmesiyle gerçekleştirilir. Bu model yardımıyla tarımsal mekanizasyon üniteleri için çalışabilirlik koşullarına bağlı olarak çalışma zamanlarının bulunmasında ve tarımsal işlemlerin bitirilmiş sürelerin belirlenmesinde yararlanır.



Şekil 13.

Olay	TE	TL	Serbest (Boş) Zaman
1	0	0	0
2	25	25	0
3	55	55	0
4	70	70	0
5	100	105	5
6	100	100	0
7	145	145	0
8	160	160	0
9	220	220	0
10	240	240	0
11	270	270	0
12	25	230	205
13	175	380	205
14	285	285	0
15	305	305	0
16	305	395	90
17	425	425	0
18	455	455	0
19	235	440	205
20	25	410	385
21	40	435	395
22	475	475	0
23	250	455	205
24	60	455	395
25	485	455	0
26	495	495	0
27	510	510	0
28	540	540	0

Diğer bir teknik; bekleme hattı, ve kuyruk oluşum modelleri tekniğidir. Bu teknikten servis olanaklarının optimum sayısının saptanmasında yararlanır. İncelenmeye alınan işleme varış ve işlem için gerekli zaman dilimi istatistikî olasılık dağılımları ile belirlenir. Bir bekleme hattının uzunluğu birinci derecede zamana bağlıdır. Bir işlemin olacağı değerler (zaman vb) bir parametreye bağlı rastgele değişkenleri için yıl içerisinde istenmeyen iklim koşullarının oluş zamanları ve süreleri ve makina sistemini etkileme dereceleri önceden bilinmektedir.

Örneğin dış etmenlerden etkilenmesi sonunda toprak işleminin zamanında yapılmasından tohum yatağının hazırlanmamış olması ekim makinasının çalışmamasına neden olması gibi.

Bu durumda tarımsal işlemde kullanılan makinanın uygun koşulların gerçekleşmesi için sıra beklediği kabul edilir. Sırası gelen makina-

nun iş kapasitesine ve çalışma koşullarına bağlı belli bir servis süresi vardır. Böylece makinelerin öncelik ve önem sırasına bağlı olarak planlamaları gerçekleştirilir.

Tarımsal mekanizasyonda kullanılan başka bir yönetim araştırma tekniği de Network'tur. Genel olarak materyal akışı ile ilgilidir. Akış kollarının birleştiği noktalara (node) boğum denilir. Tarlaların birbirine bağlanarak materyal akışına olanak verecek yol şebekesinin planlanması bir network çözümlemesidir. Aslında bu yöntem PERT ve CPM yöntemine benzemektedir. Zaten çözümlenmede yine bu tekniklerden yararlanılmaktadır.

Aktiviteler arası ilişkilerin varlığı ve bunların bağımlılık durumlarını ortaya koyar. Aktiviteler arasındaki ilişki boğum taneleri ile belirlenir. Bunlar zaman süresi içerisinde aktivitelerin tamamlandığını gösterir noktalarlardır. Böylece bir aktivite başlamadan önce hangi aktivitenin bitmiş olduğu, bu aktiviteyi hangi aktivitenin izlediği ve bu aktivite ile hangi aktivitenin ortaya çıktığı belirlenir.

Network tekniği tarımsal mekanizasyonda; tekniklerin araştırılması ve kontrollerinde ayrıca tarla-makina sistemlerinin performanslarının geliştirilmesinde de kullanılır.

Diğer bir teknik envanter denetimi'dir. Bu herhangi bir depoya giren ve çıkan malzeme arasındaki ilişkiyi araştırarak yada pazar koşullarını inceleyen bir tekniktir. Bu teknikte işletme sermayesinin daha verimli kullanılmasını sağlayacak stok planlamalarını gerçekleştirilir.

Tarımsal mekanizasyon alanında da bu sistem analizi tekniklerinin kullanılmaları gittikçe yaygınlaşmaktadır. Üzeri ve gelişmiş ülkelerde bu uygulamaların gerçekleştirilmesinde veri bankalarından yararlanılmaktadır. Ülkemizde de böyle veri bankaları oluşturulduğunda bu tekniklerden faydalanmamız gerçekleştirilecektir. Ülkemizde veri bankalarını oluşturacak çalışmalarının hızlandırılması ve yaygınlaştırılması geciktirilmemelidir.

Tarımsal mekanizasyonda sistem analizi tekniklerinden enerji planlaması yönünde de yararlanılmaktadır. Tarımda enerji elde olumundan, enerji akışına ve enerji kullanımına ilişkin modellenmelerden yararlanılmaktadır. Bu modellerin girdi ve çıktıları arasındaki ilişkiler iyi incelendiğinde enerji kullanımında büyük tutum sağlanacaktır.

Kırsal kesimde ve tarımsal üretimde kullanılabilen alternatif enerji kaynakları ile yeni enerji teknolojilerinin önemlerine göre seçil-

mesi de sistem analizi teknikleriyle yapılabilmektedir. Enerji kaynaklarının yeterlilik ölçütleri, kullanılacak teknolojinin sistem etkinliği, teknolojik kapasiteyi sınırlayıcı etmenler, yatırım ve gider birimleri, enerji üretiminin entegrasyonu, enerji kullanımında tutum ölemleri gibi sorunlar yine sistem analizi teknikleri ile çözülebilir olmuştur.

Tarım alet ve makinaları, sulama ve drenaj üniteleri gıda teknolojisi tesisleri aydınlatma sistemleri, taşıma-iletim tesis ve ekipmanları, sera teknikleri için harcanan enerjinin saptanmasında ve enerjide tutum sağlayacak yöntemlerin bulunmasında yine sistem analizi teknikleri ile çözüm en uygun yol olmaktadır.

5. TARIM MAKİNALARINDA ORGANİZASYON

Tarım makinaları (malat), kendine özgü birtakım istekleri olan ve bu isteklerin zamanında ve yerinde kullanılması ile verimli duruma dönüştürülebilen bir imalat disiplindir. Ancak sağlıklı bir kuruluş bünyesi ile sağlanabilir. Bunun için de ilk yapılacak iş, fabrikanın ya da imalathanenin kuruluş aşamasında her yönde en ince detaya kadar incelenmesidir (Şekil 14).



Şekil 14- Fabrika Oluşumu

Sekilde belirlenen unsurlar içinde birce en önemli yerleşim şekli, bina şekli ve düzenleme'dir.

Tarım makinaları imalathanesi yada fabrikanın yeri etkin bir kırsal bölge ile etkin bir iş merkezi arasında özellikle kent yerleşim alanının hemen yanında olmasının birçok yararları bulunmaktadır. Ayrıca seçilecek yer ulaşım olanaklarına sahip olmalıdır. Çevresel kirlilik oluşturmayacak yerler seçilmelidir. Böylece her iki yöne de etkileşim yapılabilir (Şekil 15).

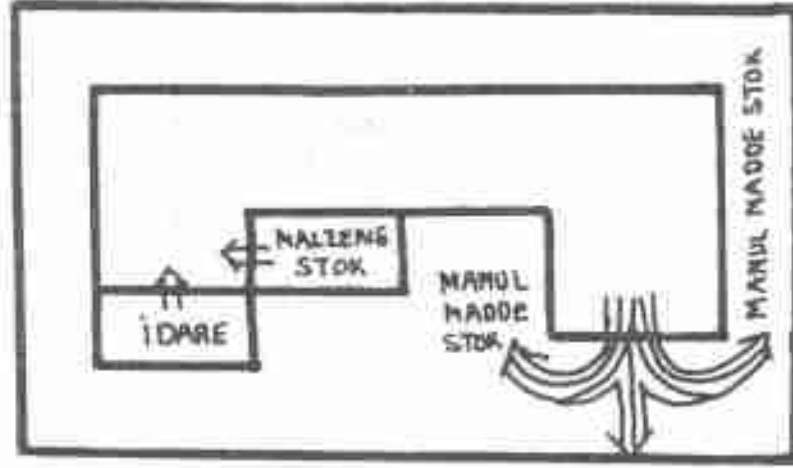


Şekil 15. Fabrika yerleşim Yeri

Öte yandan bina şeklinin seçiminde üretim cinsi en önemli etken olmaktadır. Binanın oluşturulmasında insan faktörü gözden uzak tutulmamalıdır. Binanın yerleşimi düşünülen arazideki konumu da önemlidir. En uygun tip şekil 16'da verilmiştir.

5.1. Fabrika Organizasyonu

Fabrika Organizasyonu, Metod Mühendisliğinin konusudur. Endüstri Mühendisliğinin bir alt kolu olan Metod Mühendisliği, üretim sürecindeki her bir işlemin sırasının düzenlenmesi ve belirlenmesi, gereksiz her hareket ve elemanın elimine edilmesi ve iş basitleştirme yoluyla en çabuk ve en ekonomik gerçekleştirilebilen yöntemin bulunması yollarını araştırır. Ayrıca bulunan bu yöntem ile kullanılan araç ve gerecin iş koşullarının standartlaştırılması, çalışanların eğitimi, standart zamanların bulunması ve daha sonra ücret sistemlerinin saptanması metod Mühendisliğinin konuları arasına girer.



Şekil 10.

Literatürde metod Mühendisliğinin çözümlenmeye çalıştığı konular için iş etüdü terimlerinden başka kullanılan pek çok terim vardır. Örneğin metod etüdü, iş basitleştirme, işlem yada iş analizi, iş standartlaştırılması, hareket ve zaman etüdü, metod araştırması ve metod analizi, kullanılan bu terimlerden bazılarıdır. Çoğu kez bu terimler birbirinin yerine ve birtanesi diğer bir kaçının anlamını içerecek şekilde de kullanılabilirlerdir.

Organizasyon kavranı ile iki tip yorum ortaya çıkmaktadır.

- İdari organizasyon (CORDON, B. CARSON),
- Endüstriyel organizasyon (RABBE, ALFORD, BROWN, SHELDON),

Endüstriyel organizasyonun unsurları şunlardır:

- a) Bileşenler (emek, para, makina, malzeme, metod),
- b) Fonksiyonlar (görüş, zaman, sorumluluk),
- c) Yapısal ilişkiler.

Dar çerçevede net bir yorumu ise (Melih KOÇER), yer seçimi, arazi ve bina düzenleme olarak yapar.

Bazı yazarlara göre organizasyon şöyle tanımlanmaktadır.

ALFORD: Yapılacak işin belirlenmiş görevlere bölünmesi ve bu görevlerin en etkin olarak yerine getirilmesi için uygun karakterde ve eğitimdeki kişilere verilmesidir.

BROWN: Bir işletimdeki her elemanın yapacağı işi belirlemek ve işletiminin amacı için en verimli olacak şekilde elemanlar arasındaki ilişkileri düzenlemek.

SHELDON: Sarfedilen gücün en verimli, sistematik, olumlu ve koordineli olması için, kişilerin yada grupların gereken kuvvet ve yeteneği kullanarak yapacakları işleri birleştirmeleri durumudur.

Bir bakıma, düzenleme olan fabrika organizasyonu kavramına genel açıdan yaklaşılırken, bu tanımlar da gözönünde tutularak şu irdelemeler yapılabilir.

Yer, zaman ve miktarlarla ilgili olarak alınan kararların uygulamaları organizasyon fonksiyonuna ilişkilidir. Organize etmek belli bir hedefi gerçekleştirmek üzere binaları, makina tezgah ve insanları en rasyonel biçimde zaman ve mekân içinde yerleştirmeyi öngörür. Kapasitesi saptanmış fabrikaya en uygun yerin seçimi, binaların yerleştirilmesi, makina ve tezgahların düzenlenmesi, malzeme ve insan akışı hep organizasyondur.

Fabrika projesi geniş bir bütündür. Bir üretim ünitesinin tüm projesi finansman planlamasından, satış planlamasına kadar çeşitli konuları kapsar. Organizasyon ise tüm projenin sadece bir kısmıdır (Şekil 17).

Organizasyon kapsamına aldığımız yer seçimi, arazi ve bina tipinin saptanmasındaki seçenekler araştırılırken kuşkusuz ekonomik, yasal, coğrafi, siyasal darboğazlara dâhil olacaktır. Bunların tümüne değinebilmek, daha kapsamlı ve farklı çalışmayı gerektirmektedir. Ne varki, üretim prosesi ve düzenleme açısından kısa da olsa değinmek gerekir.

Bir üretim ünitesine ait yer seçimi yaparken, üretim prosesinin gerektirdiği yerleşme türü ve dolayısıyla arsanın boyutları ve biçimi dikkate alınmalıdır. Dikey malzeme hareketlerinin söz konusu olduğu bir proseste il içi bir yörenin seçimi olasılığına karşın, seri bir üretim prosesinin uygulanması büyük arsa gerektireceğinden, il kenarı yada kırsal bölge seçilir.

Üretim prosesi fabrika yeri, arsa şeklinin belirlenmesinde olduğu gibi fabrika içi yerleşme ve düzenlenmesine de etkilidir. Örneğin, ha-



Şekil 17. Fabrika projesi ve iş etüdü

rekette hantta montaj uygulamasının yapılabilmesi için arsa uzunluğu, genişliğine oranla daha büyük olmalıdır.

Yine sürekli proses endüstrilerinde yerleşme ve düzenleme, tekrarlanan proses yada kesintili proses endüstrilerinden farklı olacaktır. Düzenleme, proses tekniğinin gerektirdiklerinden soyutlanamaz.

5.1.1. Düzenleme ve Yerleştirme

Bir iş yerinde düzenleme yada yerleştirme denilince insan, malzeme ve tezgahların rasyonel bir biçimde düzenlenmesi anlaşılır.

Rasyonel kelime anlamıyla akılcı demektir. Fakat ekonomik yönden ise elemanlardan en çok fayda sağlanacak şekilde davranmak anlaşılır. Düzenleme, kelime anlamıyla sıralama demektir. Bir fabrikada malzeme, tezgah, insan elemanlarının sıralanmasıdır.

Fabrikada malzeme sirkülasyonunda tezgah ve insan faktörünün en rasyonel şekilde sıralanma işlemine ise DÜZENLEME denir.

Bu noktada ise tezgahın ve insanın tek olmayışından dolayı bir kombinasyon sistemi söz konusu olmaktadır. Buradaki kombinasyon alternatifli bir kombinasyondur. N faktöriyel seçenekleri vardır.

$$n! = 3 \text{ ise } 3 = 1 \times 2 \times 3 = 6$$

İşte bu kombinasyon dağılımın seçenekleri arasında en rasyoneli bulmaya DÜZENLEME denilmektedir.

Düzenleme üç yolla gerçekleştirilir.

a) *Var Olanın Düzenlenmesi*

Var olan unsurları kullanarak daha rasyonel bir çalışma olanağı sağlamak için yapılan düzenlemedir.

b) *Var Olanın Yeniden Etkilenmesi Sonuçunda Düzenleme*

Var olan unsurları kullanarak daha rasyonel bir çalışmaya ulaşamıyorsak var olana yeni bir şeyler eklemek zorundayız. Buradaki ekleme faktör n sayısının artırılmasıdır. Böylece seçenek sayısında da artış olacaktır. $1 \times 2 \times 3 = 6$, $1 \times 2 \times 3 \times 4 = 24$ Burada görüldüğü gibi 3 faktöriyelde 6 seçenek varken, 4 faktöriyelde 24 seçenek olmaktadır. Buradaki seçenekler arasındaki zorluklar yöneylem araştırması sonucunda ve kompüter kullanılarak kolaylaştırılabilmektedir. Esas konu ise optimizasyondur.

c) *Tasarlanın Bir Düzenleme*

Burada n faktörü bilinmemektedir. Burada hangi n kullanarak üretim rasyonel bir şekilde üretilir sorusunun yanıtı aranmaktadır. Buna aynı zamanda TASARI DÜZENLEMESİ denir. Karakteri üretimde kullanılan teknolojiye bağlı olmaktadır. Teknoloji burada insanı yönlendiren bir unsur olmaktadır. Hangi yollardan, neleri, nasıl kullanarak üretimde verim artışı sağlanacak bir düzenleme kurulabilir sorusunun yanıtı aranmaktadır.

5.1.2. *Düzenlemeye Zorlayan Nedenler*

Başarılı bir düzenleme fabrikanın ve yaşamasının güvencesidir. Personel, malzeme, tezgah, teçhizat, transport ve donatımı ile tüm yardımcı hizmet araçları optimal biçimde düzenlenmiş bir fabrika üretkenlik koşullarından en önemlisini yerine getirmiştir.

Fabrika düzenlenmesi şu gelişmelerden birine dayanır.

- Mamul tasarlamasında değişiklik,
- Yeni bir ürünün ortaya konması,
- Talep hacminde değişiklik,
- Kazaların sıklaşması nedeniyle alınacak önlemler,
- Fiziki olanakların eskimesi,
- Çalışma koşullarında olumsuz değişmeler (gürültü, sıcaklık, yer darlığı gibi),
- Pazar değişmeleri,
- Maliyetlerin düşürülmesi zorunlulukları gibi seçenekler mühendisi yeniden düzenlemeye zorlarlar.

5.1.3. Düzenlemenin Yararlılığı Teknikler

Yeniden düzenleme, işletmenin verimliliğinin yükselmesine, iş başarısının artmasına ve sonuçta kârlılık amacına yönelik olacaktır.

Bazen işletmeler kâr maksimizasyonun yada maliyet minimizasyonun amaçlarını bırakıp, üretim maksimizasyonun yada kaynakların tüm kapasiteyle kullanım amacına yönelebırler. Ayrıca fiyat politikalarının belirlenmesinde sınırlı kaynakların amacı gerçekleştirmedeki katkılarına ilişkin gerçek değerlerinin (gölge fiyatlarının) belirlenmesi gerekebilir. Bu durumlarda iki teknikten yararlanırlar.

1- Üretim Maksimizasyonu

İşletme yada örgüt politikaları gereği kârdaki azalma yada maliyetlerdeki artışa karşın, mevcut sınırlı kaynaklarla maksimum üretime gidilmesi istenebilir. Özellikle işletme ürünlerine olan istemin birden artması karşısında, eğer stoklarla istem farklılığı karşılanamıyorsa, işletmeo tüketicinin sayısal değerini minimum düzeyde tutmak için, işletmenin toplam üretim kapasitesini (birim ürün olarak) en yüksek düzeye getirmelidir. Bu üretim artışı, kâr'da azalmaya neden de olabilir. Amaç üretim artışını sağlamaya dönüşünce, ürünlerin amaç fonksiyonuna birim katkıları eşitlenecektir. Amaç fonksiyonunun maksimize etmek için tek yol, mevcut kaynaklarla üretim miktarını arttırmak olacaktır.

2- Maksimum Kapasite Kullanımı

Bu durumda işletme yöneticileri eldeki üretim faktörlerinin en fazla kullanımını sağlayacak bir üretim programı saptarılar. Bu yöne-

tim amacı kimi zaman kâr ve üretim düzeyinde bir analize götürebilir. Yani kâr ve üretimin maksimizasyonu her zaman üretim faktörlerinin maksimum kullanımıyla sonuçlanmaz. Çünkü üretim süreci, üretim faktörlerinin değişen oranlarda kullanımını yada bileşimini gerektirir ve amaca göre de bu bileşimin düzeyi değişir. Üretim faktörlerinde maksimum kapasite kullanımı yani bunların kullanılmayan (boş) miktarını minimum bir düzeyde tutulması için amaç fonksiyonunu değiştirmek gerekir. Bunun için probleme eklenen ve ham maddelerin kullanılmayan (boş) miktarlarını temsil eden değişkenlere amaç fonksiyonunda 0 (sıfır) katsayısı yerine (-1) gibi hesaplama açısından kolay bir negatif katsayı vermek yeterli olur. Yani bu değişkenlerin çözümden bulunması yada en az bir değerde yer almaları sağlanır. (Halil Sarıoğlu)

Bir işletmede iş başarısını ve verimliliği arttırmann yollarını iki ana başlık altında toplayabiliriz.

1- Üretim Etüdü

Özellikle son yıllarda üretkenlik ve üretimde verimlilik konusu üzerinde önemle durulmaktadır. Bir ekonominin sağlıklı gelişebilmesinin küçük ve büyük tüm kuruluşların hedeflenen amaçlarına rahatlıkla ulaşabilmelerinin ancak böylece mümkün olabileceği yaygın kanıdır. Burada üretimde verimliliği etkileyen unsurların neler olduğunu değerlendirmekte yarar görülmektedir. Bu unsurlar kullanılan ham, yarı mamullerin kalitesi, uygulanan süreçler, üretim araçlarının niteliği, üretimin karakteristikleri ve en önemlisi insan gücünün kullanışıdır. Bu unsurların ıslah edilmeleri ve maksimal verimi sağlayacak şekilde geliştirilmeleri gerçekleştirilmelidir. Üretimde yer alan elemanların üretime olan etkilerinin incelenmesi şeklinde tanımlanan üretim etüdü daha çok uzun dönemde izlenecek bir işletme politikasıyla ilgilidir. Üretim etüdünde elemanların üretime katkı sınırlarının nasıl değiştirilebileceği araştırılır. Üretim etüdü keskin bir yatırıma gerektirmektedir. Genellikle üretim etüdü aşamaları şu şekilde sıralanabilir.

- Ana proseslerin araştırma ve geliştirme sonunda iyileştirilmeleri ve geliştirilmeleri.
- Üretim araçlarının sayıca arttırılmaları yada modernleştirilmeleri.
- Üretim çeşitlerinin azaltılmaları ve sadeleştirilmeleri.

2- İş Etüdü

Üretimde kullanılan yöntemler arasında üretime en uygun yöntemin seçilmesi yöntem etüdüdür. Yöntemin uygulanmasındaki işin incelenmesi (iş ölçümü) o işin yapılmasında harcanan zamanın ölçülmesi (zaman ölçümü) ile sağlanacak minimizasyonlara ulaşmak iş etüdüdür. İş etüdü, kısa sürede gerçekleştirilebilecek çok az bazen hiç yatırım gerektirmeyen önlemler almakla yapılabilir. Bunların sonuçları kısa zamanda ortaya çıkmakta ve bazen üretim etüdü için gerekli yatırımlara kaynak olabilecek ölçüde kazançlar sağlamaktadır. İş etüdü önlemleri şöylece sıralanabilir.

- İşlem yöntemlerinin iyileştirilmesi
- Düzenleme, planlama ve kontrolün geliştirilmesi,
- Emek (iş gücü) etkinliğinin artırılması.

İş etüdü amacına yöntem etüdü ve iş ölçümü teknikleriyle ulaşılır. Varolan yada önerilen yöntemlerin dikkatli bir biçimde incelenerek en uygun yöntemin bulunması tekniği, yöntem etüdüdür. İş ölçümü (zaman etüdü) ise, belli bir işi yapmak için gerekli yeteneklere sahip bir işçinin standart çalışma temposunda çalıştığında zamanın saptanması için kullanılan bir tekniktir.

İş etüdünün tarım makineleri üretiminde önemi daha büyüktür. Çünkü, bu çalışmalar için çok az gider yapılır. Sağlanan fayda ise büyük kâr getirir. Elde olunacak verimlilik artışıyla üretim etüdü için gerekli sermaye birikimi de sağlanabilir. Tarım alet-makineleri üreten bir fabrikada kötü bir düzenlemenin zararları büyüktür. Bu zararlar ölçsüz bir monütansiyondan, darboğazlardan, işlerin tekrerründen ileri gelir. Rasyonel düzenleme, verimliliğin ilk koşuludur. Böyle bir düzenleme ise, sağlam bilgilerle mantıklı yöntemlere dayanır. Böylece atölye içi çalışma postalarının yerleştirilmeleri anlamında gerçekleştirilen düzenlemeyle üretici kapasite ortaya çıkar. Bu kapasite müşterilerin taleplerini karşıladığı kadar, bir ölçüde de piyasa dalgalanmalarını ve teknolojik değişiklikleri yanltır.

3.1.4. Başarılı Bir Düzenlemenin Hedefleri

Düzenlemenin başarısı, biraz önce saydığımız düzenlemeyi gerektiren nedenlerin ortaya koyduğu sonuçların giderelebiline derecesine bağlıdır.

İyi bir düzenlemenin en yaygın hedefi, üretim prosesinin yalınlaştırılmasıdır. Üretim prosesini daha yalınlaştırabilmek için;

1) Tezgâhlar daha üstün bir yararlılığı ve verimliliği sağlayacak biçimde yerleştirilmelidir. Büyük yatırım gerektiren teschizat tam kapasitede çalıştırılmalıdır. Bu amaçla gerektiğinde çok vardiya uygulanabilir. Mamul dolaşımını sağlayan araçların kullanımı ile mamuller, kolay emin ve hızlı bir şekilde iletilmelidirler.

2) Uygun bir düzenleme üretimde beklemleri en aza indirerek tıkanmaları önemelidir. Dengeli bir proses yörüngesi bunu sağlayabilir. Zemin üzerindeki tıkanmaları ortadan kaldırmak için anbar hacimleri yeteri ve gereği gibi tasızlanmalıdır.

3) Başarılı bir düzenleme teschizat yönünden eksiksizliğe de bağlıdır. Örneğin üretim süreci gerektiriyorsa havalandırmaya yapılacak yatırımlardan kaçınılmalıdır.

4) Üretim süresinin kısaltılması hasılayı arttıracaktır. Artan hasıla üstün verimliliği sağlar. Aynı iş gücü ile daha fazla hasıla elde edildiğinden, emek etkinliği arttırılmaktadır. Üretim sürelerini kısaltmak için, verimsiz süreleri azaltmak ve yersiz beklemleri önlemek gerekir.

Bunun için yapılacaklar şöyle sıralanabilir.

a) Malzeme dolaşım yörüngesini kısaltmak, tezgâhlar arası uzaklığı en aza indirmek ve malzeme dolaşım yörüngelerini rasyonel hale koymaktır.

b) Mamül akımını hızlandırmak; Mamül, yarı mamül yada hammaddenin fabrikada gereksiz olarak kaldığı her an ürünün maliyetini arttıracaktır. Çünkü bu durum atıl yatırımların yükselmesine neden olur. Üretim hızının artırılmasının bir koşulu da üretilen malın kontrolünün mükemmelleştirilmesidir.

c) Fabrika hacimlerini etkin kullanmak; Hacimlerin etkin biçimde kullanılması, sadece üretim ve stok hacimleri açısından değil, hizmet ünitelerine ve dağıtım ambarlarına, atıl geçitlere, düzensiz stok alanlarına ayrılan hacimlerin de etkin olarak kullanılmasını gerektirir.

d) Çalışma koşullarını mükemmelleştirmek; Rahat bir iş yeri sağlamak esas amaçtır. Tezgâha gidiş gelişler, ambar, stok giriş ve çıkışları, ara yollar, geçitler dar ve sıkıntılı olmamalıdır. Bu konuyu başlıbaşına ele alıp insan makina ilişkilerini, anatomik, fizyolojik ve

psikolojik açılardan inceleyen ergonomi bilimi daha mükemmel çalışma koşulları yaratmak amacına yöneliktir. İş yerindeki gürültü ses emici duvarlarla azaltılmalı, sıcaklık ve ışık koşulları uygun çalışma ortamını sağlamalıdır. İş kazalarını önleyecek ve işçi sağlığını koruyacak koşullar gerçekleştirilmelidir. Çalışmada rahatlık ve güvenin artması, verimliliğe olumlu yönde etkilidir.

e) Gereksiz yatırımları önlemek: İş istasyonları ve ünitelerinin düzenlenmesindeki başarı genellikle gereksiz yatırımları önleyebilir. Örneğin part-time kullanılan bir tezgâha, çeşitli parçaları üretebilmek amacıyla bazı düzenlerin eklenmesi bu tezgâhın kullanma etkinliğini arttıracaktır.

Böylece kâmen kullanılan, örneğin 3 tezgâhın yerini, bazen tam kullanılan 2 tezgâh alabilir. Burada atıl kapasitesinin değerlendirilmesi amacı güdülmektedir. Yine bu önlem başlıbaşına bir üretim planlaması zorunudur.

f) İşgücü etkinliğini arttırmak: Kötü düzenleme her yıl milyonlarca iş-saatlik kayıplara neden olur. Buna karşın başarılı bir düzenleme işgücü etkinliğini tamamen güvence altına almaya bile, mümkün olduğunca yaklaşım getirmeye ve bunu geniş ölçüde teşvik etmelidir. Düzenlemede işgücünden doğrudan yararlanma amaçlanmalıdır. Kötü düzenleme üretim çabalarını pahalılaştırır. İşçinin hammadde, takım, avadanlık aramak için uzak yerlere gitmek zorunda kalması verimsiz süreleri hızla artırır. Bu kayıp sürelere fırsat verilmemelidir. Emek çabalarına dolaylı olarak olumsuz etkiler yapan nedenler arasında bina durumu da yer alır. Bakımın kolayca yapılmasına, forklift, vagon, el arabalarının dolaşmasına uygun binalarda verimlilik yüksektir. Bunun gibi duş ve tuvalet bölgelerine konan bazı teçhizatlar temizleme sürelerini dolayısı ile kayıp zamanları azaltır.

5.1.5. Düzenlemenin Temel Dayanakları

Her düzenleme ne iyi ne kötüdür. Hiç kimse akıl dışı, bilim dışı bir düzenleme uygulamaz. Bu nedenle iyi sanılarak uygulanmış ama gerçekte "az iyi" sakıncalı "çok sakıncalı" düzenlemelerden söz edilmesi daha doğrudur. Ayrıca hiçbir işletme ve düzenlemesi sınırlı değildir. Değişiklik hatta sürekli değişiklik her üretim düzenlenmesinde varolan genel bir kuraldır. Bu düzenlemenin durağan olmama özelliğidir.

Düzenleme iyi olmadığında belirtileri hemen ortaya çıkacaktır. Şu gibi sonuçlar kötü bir düzenlemeden ileri gelir.

- Malzeme yada mamül fabrika içinde ağır gider.
- Fabrika içi taşımalar pahalılaşır.
- Stok bölgeleri ve üretim yerleri kalabalıktır.
- Çalışma postaları kalabalıktır.
- Servis üniteleri yeteri kadar alana sahip değildirler ve bu alanlar yanlış seçilmiştir.
- Üretim prosesine giren malzemeler sık sık zarara uğrar yada kaybolur.
- Teslimat genellikle gecikir.
- Malzeme kabul noktaları yüküdüdür, karışıklık vardır dolayısıyla taşıma pahalıdır.

Uygun ve başarılı bir düzenlemeyi gerçekleştirmenin temel dayanaklarından biri esnekliktir. Esneklikten anlaşılması gereken her zaman az yada çok değişebileceğinin baştan kabulü ve bilinmesidir. Şu halde düzenlemede esneklik düşüncesinde var olan düzenlemeyi değiştirmek ve yeniden ele almak zorunluluğu doğar.

Yeniden düzenleme pahalı bir önlemdir. Böyle bir önlemin olmaları ölçüsünde ekonomik olabilmesi için ilk düzenlemedeki bazı koşulların gözönünde bulundurulması gerekir. Başka bir tanımla birinci düzenlemenin ikincisine kolay uyabilmesini sağlayacak biçimde tasarlanmasında yarar vardır.

Makina ve tezgâhların temellere, enerjiye, ışığa boşaltma kanalına gereksinimleri vardır. Bunlar ve bunlar gibi su, buhar, ısıtma ve havalandırma tesisleri de düzenleme içindedirler. Esneklik ilkesini ve yeniden yerleşme kuralını gözden kaçırmadan bu gibi tesisleri gelecek değişikliklere uyabilir biçimde yerleştirmek zorunludur. Örneğin yardımcı tesisleri kanal yada tünellere yerleştirip üstlerini kapaklarla örtmek olasıdır. Böylece yeni düzenlemede gerektiğinde bu tesisleri değiştirmek bir bakıma kolaylaşacaktır. Yine alt yapı tesislerini günün gereksinimlerinden daha büyük kapasitede kurmakla da geleceğin artacak gereksinimleri kolayca yanıtlanır.

Yeniden düzenlemenin ilk yerleşmeye büyük değişiklik getiremeyeceği koşulların baştan tasarlanmasında ekonomik ve teknik yararlar vardır. İkinci ve daha sonraki düzenlemelerde makinaların ilk yerleri-

ne, duvarlara, kapı, pencere ve merdivenlere olabildiğince az dokunulmalıdır. Bu arada özellikle döşeme yada zeminin mukavemeti, aydınlatma durumu ve çalışma koşulları güvence altında olmalıdır.

Yeniden düzenlemenin ölçüleri büyüdüğünde, sanki bir ilk düzenleme sözkonusu imiş gibi, herşeyi baştan tasarlamak gerekir.

5.1.6. Başlıca Düzenleme Çeşitleri

a) Mamüle göre düzenleme:

Bu düzenlemede fabrikanın ele alınan üretim bölümünde yalnızca aynı mal üretilebilir. Rasyonel bir uygulama için mamulün standardize edilmesi ve büyük miktarda üretilmesi gereklidir. Tezgâhlar buna uygun yerleştirilmelerinin yanı sıra genellikle bu süreçte özel üretim araç ve yöntemleri uygulanır.

Mamula göre düzenlemede tezgâhlar ve donanımlar bir doğru boyunca aralanmaktadır. Hammadde bu doğrunun bir ucundan üretim prosesine girmekte ve birbirini izleyen işlemler dizisinden geçerek mamul hale dönüşmektedir. Bu proses süresince her işlem belirli bir sürede gerçekleşmekte, duraklama, stok ve malzeme nakli gibi süreler en aza indirilmektedir. Her bir mamul aynı toplam süre içinde üretilmektedir.

b) Prosese göre düzenleme

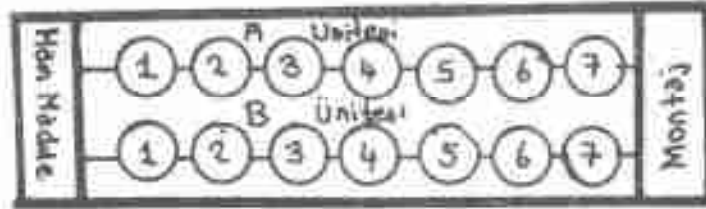
Bu düzenleme fonksiyonel bir yerleşme türüne dayalıdır. Aynı türden işlemler bir ünite yada işlem merkezi oluşturacak biçimde bir araya toplanmıştır.

Örneğin döküm işleri, torna, kaynak işlerinin her biri ayrı birer üniteye toplanmaktadır. Teknik bakımdan birbirine benzer işlemler aynı ünite içerisinde yapılır. Bu ünitelerin yada işlem gruplarının dağılıp mamulle değil başka özel kurallarla ilgilidir.

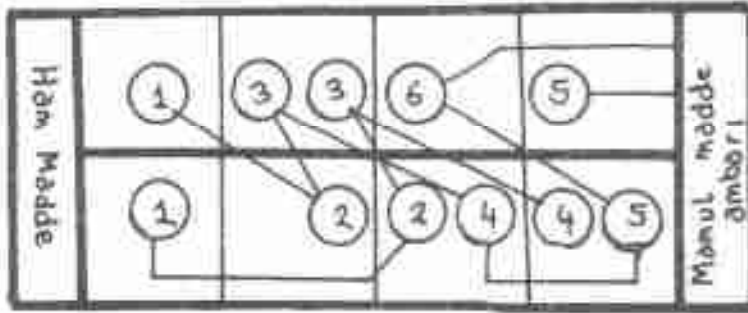
Küçük çapta üretimlerde başarılı ve ekonomik bir düzenlemedir (Şekil 18).

c) Sabit düzenleme

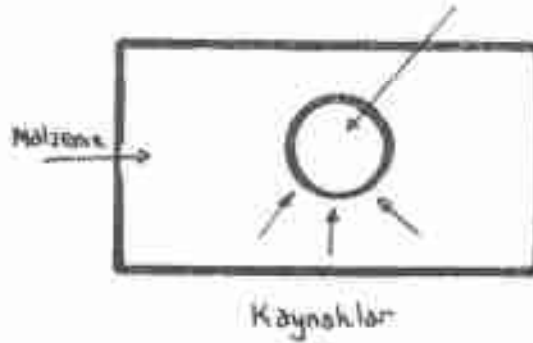
Birim üretimin uygulandığı büyük parçaların üretimde yahut talebin çok düşük olduğu durumlarda başvurulan bir yerleşme biçimidir. Bu düzenlemede malzeme fabrikanın bir yerinde sabit durmakta, teçhizat, işgücü ve diğer girdiler mamulün yanına taşınmaktadır.



Mamul göre düzenleme



Process göre düzenleme



Sabit düzenleme

Şekil 18. Başlıca düzenleme çeşitleri

Endüstri devrimi öncesi, atölyesinde çalışan sanatkâr bu düzenlemeyi uygulardı. Sabit unsur tezgâhtır ve malzeme takımlar bunun etrafına taşınır. Günümüz mobilyacıları, fabrikasyon sisteminden yararlanmayan işletmeler, atölyeler bu yerleşim biçimini uygulamaktadır.

Günümüz endüstrisinde uygulanan başlıca düzenleme çeşitlerinden en az kullanılanıdır. Yine, gerektiğinde karma düzenleme çeşitlerine de rastlamak olasıdır.

5.1.7. *Düzenleme İşlemlerinin Faydaları*

Düzenleme ile fabrikada sağlanacak faydalar şöylece sıralanabilir.

- 1- Tezgahların verimliliği yükselecektir.
- 2- Tıkanmalar önlenecektir.
- 3- Üretim süresinde kusalma sağlanacaktır.
- 4- Mamul akımı hızlandırılacaktır.
- 5- Fabrika hacimlerinin etkin kullanımları sağlanacaktır.
- 6- Çalışma koşulları iyileştirilecektir.
- 7- Gereksiz yatırımlar önlenecektir.
- 8- İşgücü etkinliği yükselecektir.

5.2. Tarım Makinaları Üreten Fabrikalar

Ülkemizde tarım makinaları yapımı başka ülkelerdekinden farklı olarak bir gelişim göstermiştir. Önceleri tümüyle atölye karakterinde olan bu yerlerde tarım makinaları yapımı giderek gelişmiş, yaygınlaşmış ve hızlanmıştır. Ancak atölye karakterinden fabrika karakterine dönüşüm son derece yavaş ve çok az sayıda olmuştur. Bilindiği gibi tarım makinaları yapımı ileri bir teknoloji gerektirmeyen kaba ve kolaydır. Öteki ülkelerde tarım makinaları fabrikaları az sayıda olmasına karşın, ülkemizde bu işle uğraşan çok sayıda iş adamı olmuştur. Tam sağlıklı olmayan istatistiki değerlendirmelere göre 750 dolaylarında tarım makinaları yapımıyla uğraşan kuruluş ülkemizin çeşitli yörelerine yayılmıştır. Özellikle Marmara, Ege, Orta Anadolu ve Güney Anadolu'ya yoğunluklarına göre dağılan bu kuruluşlar içerisinde fabrikalaşma karakterine yaklaşan 50 kuruluş, fabrika denilebilecek te, 20 kuruluş görülebilmektedir. Ülkemizde kamu ve özel kesimde yer alan bu kuruluşlar sayısal bakımdan özel kesimde daha yaygınlık göstermektedir. Kamu kesiminde yer alan birkaç büyük kuruluş hem bu yönden örnek olmuş, hem de yol göstericilik görevini sürdürmüştür. Bu kuruluşlar çok uzun yıllar kopya yapımçılığı yapmışlardır. Uzun yıllar da montaj yapımçılığını sürdüren bu kuruluşlar 1960'lı yıllarda büyük oranda dışalımı geriletmişlerdir. Bazı kuruluşlar know-how

anlaşmalarıyla ülkemizde üretimlerde bulunmuşlar ve belli bir süre gereksinimleri karşılamışlardır. Montaj yapıcılığında yerli üretim payının yükseltilmesi yönünde yapılan çalışmalar yaygınlaştıkça, teknoloji transferlerinden yararlanmak hızlandıkça, kendine özgü teknoloji üretimlerine geçiş te başlamıştır. Giderek yerli yapıcılık ülke gereksinimlerine yanıt veren deffişimlere, uydurmalara ve buluşlara ulaşabilmıştır. Böylece tümüyle olmasa bile bazı yörelerle öz teknolojiye dayanan bir yerli yapıcılık gelişmiştir. Ancak bu yapıcılar arasında kopyacılığa dayanan hızlı bir üretim almış-yürümüş, özellikle deneyim döneminde yeterince faydalanılmıyan alet-makina mezarlıkları yaratılmıştır. Üretim her yıl karşılaşılan aksaklıkların giderilmesi yoluyla kendi bünyesinde geliştirilmiş ve en etkili noktaya ulaşmaya kadar sürdürülmüştür. Günümüzde tarım makineleri alanında dışalım % 5'e düşürülmüştür. Bu başarılı noktaya ulaşmaya kadar her nekadark çok emek boşa gitmiş, gereksiz harcamalar yapılmış ve çok sayıda kullanılmaz makineler geride bırakılmıştır da bu kısa süreç içerisinde başarıyı gölgeleyecek derecede kabul olunamamaktadır. Ülkemiz tarım makineleri yapıcılarının gerek sayısal gerekse yöresel açıdan yanlış dağılımları büyük darboğaz oluşturmaktadır.

Özellikle fabrikalaşmaya geçiş stratejisi yönünden yapılan yanlışlar bazı üreticileri çok güç duruma sokmuş bu alanda küçük kalmalarına yada silinmelerine neden olmuştur. Fabrikalaşma stratejisinde üretimi tümüyle fabrikada yapmak yada yan sanayiden yararlanmak konularında oransal yanlışlara düşülmüştür. Döküm, telahlı işleme, pres ve özel bazı parça imalatı yönünde yan sanayiden faydalanan üreticiler bu yönde oldukça bir yan sanayinin oluşmasına etkili olmuşlardır. Bu yan sanayi özellikle yerli yapıcıların yoğunlaştığı yörelerde gelişmiş, giderek tüm yörelere hizmet götüren kuruluşlar durumuna ulaşmışlardır. Altında tarım makineleri yapıcılarının ülke içerisinde dağılımlarına sosyo-ekonomik nedenler, yörelerin ticaret merkezi olma özellikleri, ham madde kaynaklarına yakınlıklar, ulaşım, endüstriyel alt yapı ve ustaların yaşama yerleri gibi etmenler etkili olmuştur. Fakat en kötü olan tarım makineleri yapım yerlerinin bile tarım alanlarına yadadırılmış olmasıdır. Bu fabrikaların özellikle yol boyu tarım alanlarına yerleşimleri ülkemizin fabrikalaşma olgusu içerisindeki büyük yanlışlardan biridir.

Fabrikalar incelenirken fabrika olabilme özellikleri açısından bazı temel değerler gözönünde bulundurulmalıdır. Bu temel değerlere örnek olarak uluslararası değerlendirmelere göre şunlar sayılabilir:

- a) Yatırım,
- b) Açık-kapalı alan oranı,
- c) Fabrika sistemi,
- d) Organizasyon şeması,
- e) Yatırım /yıl değeri,
- f) Döviz /yıl değeri,
- g) Eleman /yıl değeri,
- h) Üretim /yıl değeri,
- ı) Kalite standardı,
- j) Fiyat standardı,
- k) Servis ve bakım standardı

Bu gibi temel değerler açısından ülkemizdeki tarım makinaları üreten fabrikalar istenilen düzeyde değerlere sahip değildir. Pekçoğunda bu temel değerlerin bazıları bulunmamakta, bazılarında ise bulunmasına karşın çok düşük düzeyde olmaktadır. Son yıllarda Uluslararası üretim uygulamalarına göre üretim planlaması yapılmakta ve bu yönde büyük gelişmeler sağlanmaktadır. Özellikle iç pazar tıkanıklıklarına karşı dış pazar arayışın tarım makinaları yapımcıları Uluslararası kalite ve standartta üretimlere yönelmekte tamir, bakım, servis olanaklarıyla fiyat yönünde pazarları zorlamaktadırlar. Üreticileri rakip karşısında tavır almaya zorlayan çeşitli nedenler hem üretimi kalitelileştirmekte, hem de pazarlama deneyimi kazandırmaktadır. Ülkemizde tarım makinaları yapımcıları, gittikçe genişleyen satış ağlarına karşın iç pazarda büyük darboğazlarla karşılaşmaktadırlar. Özellikle tarım makinaları pazarının doyması, çiftçinin alım gücünün azlığı, kredi sistemindeki bozukluklar tarımsal üretimdeki fiyat politikaları ve tarımı kârlı bir iş olmaktan uzaklaşma eğilimleri gibi nedenler tarım makinaları ülke içi satımını durgunlaştırmıştır. Böylece yerli yapımcılar yeni yada az sayıda makinalarını üretim alanlarındaki yapımlara yönelmişler, öte taraftan dışsatım olanaklarını yaratma yönünde çabalara girişmişlerdir.

Ülkemiz tarım makinaları yapımcılığının fabrikasyon karakterinde deneyimli ve becerikli kuruluşlara kavuşması en istenilen bir olgudur. Yakın bir gelecekte AET eşliğinde Uluslararası kalite ve standartlarda, ülke gereksinimlerini karşılayıcı yapısal özelliklerde tarım-alet makinaları, gıda sanayi üniteleri, tesisleri, iletim üniteleri yapımları gerçekleştirerek ülkemizde tarım-alet makinaları sanayinin en üst düzeye doğru kurulması en büyük özlemlerimizdendir.

Bugün pekçok üretim işletmesinde üretim ve kalite artırma bu hedefdir. Bu amaçla pekçok ülkede "KALİTE ÇEMBERLERİ TEORİSİ"nden yararlanılmaktadır. İkinci Dünya Savaşı'ndan arırdan Dr. Deming ve Juran adlı iki Amerikalı tarafından 70 dolara Japonlara satılan Kalite Çemberleri Teorisi, sanayi işletmelerinde tüm çalışanların gönüllü olarak kaliteyi artırmaya yönelik problem saptayıcı, analiz yapan ve çözüme götüren bir işlev yüklenmelerini öngörmektedir. Japonya'da Profesör Kaoru Ishikawa tarafından geliştirilerek uygulamaya konulan bu teori büyük başarı sağlayarak, teorisinin anayurdu olan Amerika'da da benimsenmesine yol açtı. Endonezya ve İrlanda gibi çeşitli ülkelerde de uygulanmakta olan kalite çemberleri grup lideri olarak seçilen ustabaşların rehberliğinde en fazla 8 işçiden oluşan küçük grupların kalite ve verimlilik ile ilgili problemler üzerinde yaratıcı ve yapıcı fikirler geliştirmelerini öngörmektedir.

Amerikalıların Japonlardan alarak batılı işletme yönetimine adapte ettikleri kalite çemberleri, çalışanlar arasında motivasyonu artırıcı, yapılan işe sahiplenmeyi getiren bir sistem olarak benimsenmektedir.

İşçilerin kendi çalıştıkları üretim bölümlerinde ustabaşı ve kıssım şeflerinin başkanlığında oluşturdukları küçük çalışma gruplarının etkin çalışmalarının sağlanabilmesi için arayışlarını içerir. Burada amaç, işçinin fabrikada kaliteye yönelik faaliyetlere gönüllü katılmasını sağlamaktır. Bunun temeli de kaliteli üretim için işçi düzeyinde eğitim ve bilinçlenme yaratmaktır.

Kalite artışının verim artışını da getireceğini ileri süren bu teori pekçok işletmede başarılı sonuçlar yaratmıştır. En önemli bir yanı da iş güvencesini artırmasıdır. Bu bakımdan işletmelerde yönetim kadrolarına bu yönde görevler düşmektedir.

6. TARIM MAKİNALARI FABRİKALARINDA İŞ SİSTEMLERİ

Ülkemizde tarım alet-makinaları üreten küçük -büyük çok sayıda fabrika (imalathane) genellikle Marmara, Ege, Güney Anadolu ve İç Anadolu bölgelerinde yoğunlaşmışlardır. Bu dağılımın temelinde ticaret merkezi olma durumu, hammadde kaynaklarına yakınlık, yan sanayi, ustaların doğum ve yerleşim yöreleri ve sosyo ekonomik nedenler yatmaktadır. Öte taraftan bu fabrikaların tarım alanlarına kaydırılmış olmaları yanlış yerleşimleri, işçi trafiği, çevre kirlilikleri gibi sorunlar da fabrikalaşma olgusunu kötü yönde etkilemiştir.

Tarım alet-makinaları üreten bu fabrikalarda açık ve kapalı alan oranları küçük değerdedir. Tezgâh ve işçilerin bulunduğu üretimin yapıldığı üzeri kapalı alanlar üretilen alet-makinaların stoklandığı üzeri açık makina parkları alanlarına göre küçük değer göstermektedir. Bu gibi nedenler, ülkemizde tarım alet-makinaları üreten pekçok kuruluş arasından ancak 10-20 kuruluşun fabrika düzeyinde kalmalarına etkili olmuştur. Bu fabrikalarda son yıllarda gittikçe önemsenen mühendislik hizmetleri ve çalışmaları fabrikaların niteliklerini yükseltmekle işgüçlerini arttırmaktadır.

Tarım makinaları üreten bu gibi fabrikalarda da iş sistemleri öteki fabrikalardan farklı bir şekilde düşünülemez. Üretim süresi bir iş sistemi içerisinde sürer. Genel makina üretim tekniğine göre daha kolay ve kaba işlemlerden oluşan bu tip üretimde de, amaç'a ulaşmada aynı yöntemlerle etkinlikler yükseltilebilmektedir.

Bu iş sisteminde de insan ve makina arasındaki görevler, elemanların birbirlerini tamamlayacak şekilde bölüştürülür. Sistemin öznesi, malzeme (iş parçası), Enerji, İnfomasyon (bilgi) yada insandır. Sistemin amacı ise bu özneler üzerinde gerekli özellik yada durum değişimleri yapmaktır.

Bu değişim enerji etkisiyle olur. Enerjinin yönlendirilmesi ise infomasyonla sağlanır. Bu görev süreç ögesi (Proses Elemanı=opera-

tör)'le yerine getirilir. Değişim de etki ögesinin görevidir. İş örneğinde etki biçimi, uygulanan teknolojiyle belirlenir.

Bir iş sisteminde sistemi etkileme ve yönlendirme yoluyla, sistem çalışmasının sürekliliği de gözleme ile gerçekleştirilir.

Sistemin değerlendirilmesine teknikleme düzeyi denilir. Amacı gerçekleştiren uygulamanın (performans) ortaya çıkması sistemin çok boyutlu tasarımını gerektirir. Bu tasarımdaki aşamalar şöyle sıralanabilir:

- Konstrüktif tasarım (Öznenin tasarımı),
- Teknolojik tasarım (imalat yöntemi tasarımı),
- Teknik tasarım,
- Hareket ve zaman tasarımı,
- Ergonomik tasarım,
- Çevresel tasarım (ısı, havalandırma, gürültü, titreşim, nem v.s.),
- Güvenlik tasarımı,
- İş bölümü tasarımı,
- Sosyo-Psikolojik tasarım.

Bütün bu tasarımlar sistem içindeki insan, Üretim Aracı, Malzeme'nin amacı gerçekleştirme yönünden optimal organizasyonu için yapılır. Ya var olan sistem için yada kurulacak sistem için yapılan bu İŞ SİSTEMİ TASARIMI'nda sistem elemanları zaman yer ve enerji ilişkileri açısından ele alınır. Ne türlü çalışılırsa çalışılsın, teorik ideal sistem gerçekleştirilemez, teknik ideal sisteme en çok yaklaşan önerilen sistem'e ulaşılabilir. Amaç, durum, çelişki, materyal analizleriyle sorunların çözümünde yapılacaklar şöyle sıralanabilir.

- Çıkış noktasını başka türlü kullanmak,
- Çözüm uydurmak,
- Bir kısmını değiştirmek,
- Büyütmek,
- Küçültmek,
- Yeniden düzenlemek,
- Ters çevirmek,
- Genelleştirmek,
- Farklı çıkış noktalarını biraraya getirmek,

Bunun için de;

- Optimum işletme koşulları,
- Normlaştırma
- Otomatizasyon
- İş akış zamanının en aza indirilmesi
- Üretim araçlarının yükünün azaltılması
- İnsan yeteneklerinin en iyi şekilde kullanılması
- İşlerin aynı anda yapılması
- İşlerin birbiri ardına yapılması

gibi uygulamalar sınanarak en etkin yol araştırılır. Tarım alet makineleri üreten bir fabrikada da kötü bir düzenlemenin oldukça büyük zararları olacaktır. Bu zararlar ölçsüz bir manüfaktüryondan, darboğazlardan, işlerin yinelenmesinden ileri gelebilir. Rasyonel düzenleme, verimliliğin ilk koşuludur. Böyle bir düzenleme ise sağlam bilgilerle mantıklı metodlara dayanır. Sonuçta, üzerinde durduğumuz, atölye içi çalışma postalarının yerleştirilmesi anlamında ele alınacak olursa, üretici kapasite ortaya çıkar. Bu kapasite müşterilerin taleplerini yanıtladığı kadar, bir ölçüde de piyasa dalgalanmalarını ve teknolojik değişiklikleri yanltır.

Tarım alet ve makineleri üreten bir fabrikadaki tüm faaliyet ve olayları beşe ayırabiliriz (Şekil 19).

1. İşlem (operasyon):

Eşyanın bir yada daha çok özelliklerini değiştirir.

2. Kontrol işlemi:

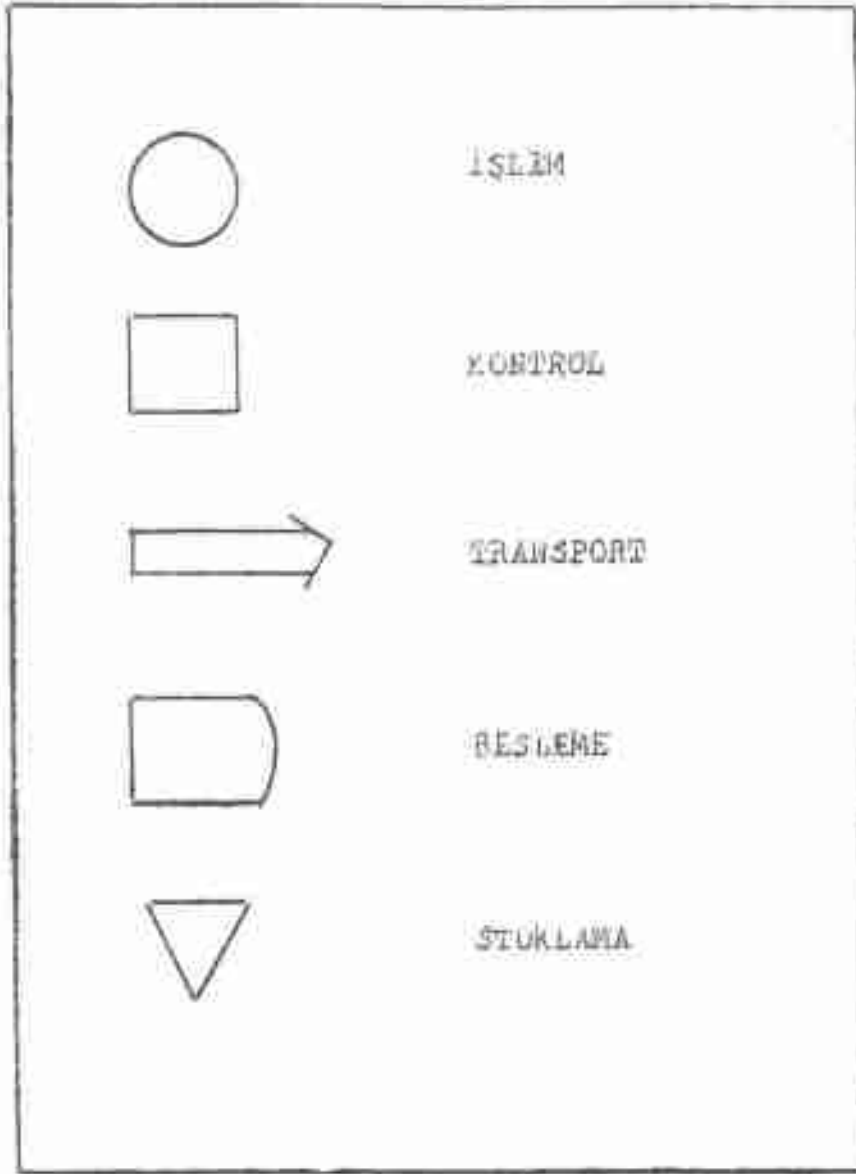
Bir yada birkaç eşyanın sayı ve özelliklerinin saptanmasına kontrol denir.

3. Transport:

Bir yada birçok eşyanın yer değiştirmesini sağlayan faaliyete denir. Transport faaliyet genellikle bir işlem yada kontrol faaliyetini tamamlamak amacıyla çalışma postasında eşyanın yer değiştirmesinden farklıdır. Bu gibi hareketlere Manüfaktüryon diyoruz ve işlem yada kontrol faaliyetleri içinde düşünülür.

4. Bekleme:

Eşya yada kişilerin bir sonraki faaliyete hemen geçmeden hareket-siz kaldıkları süredir.



Şekil 19. Hareket ve Zaman Etüdünde Kullanılan Semboller

5. Stoklama:

Eşyanın belli bir yerde tutulup korunması stoklama ya da depolamadır. Stoklama üretim işlemine doğrudan etkili değildir.

Biraz önce belirtilen işlemlere verdiğimiz sembollerden de yararlanarak, tarımsal bir işletmenin (fabrika) bir ünitesinde civata ve pul montajını inceliyelim. Bu incelemeye hareket ve zaman etüdü diyoruz. Hareket ve zaman etüdünden, işin en ekonomik biçimde yapılma yolunu, bulmak, kullanılacak metod, malzeme, takım ve teçhizatı standartlaştırmak, yetişmiş işçinin işin moral tempoda yapılacağı zamanı saptamak, saptanan yeni metoda göre işçinin izleyeceği yöntemi ve teçhizatları analiz etmeyi anlıyoruz.

Bu etüd'ün yapılması için;

- a) Akış usul şeması
- b) Akış diyagramı
- c) Grup usul cetveli
- d) Faliyet cetveli (adam ve terzah cetveli)
- e) Çalışma operasyon analizi
- f) Mikrohareket etüdü

yöntemlerine başvurulur.

Bunlardan biraz önce sözünü ettiğimiz civata ve pul montajı örneğine ait Akış Usul Şemasını inceleyelim (Şekil 20).

İş etüdü insanın üretici gücü üzerinde çalışır. Üretici gücü değerlendirmeye veri olacak unsurları kendi teknikleri ile ölçer. Ulaşmak istediği amaç işçiyi daha hızlı çalıştırmak değildir. Terane daha rahat ve etkin çalıştırmayı amaçlar ve çalışmalarında, konusu dışındaki unsurların sabit kaldığını varsaymaktadır. Kaldı ki savurganlık görülüyorsa bunun da maliyetini bulmak olasılığı vardır. Bu durumda iş etüdü sonucu sağlanan kazançla, savurganlığın maliyeti karşılaştırılır. Örneğin, 100 işçinin günde 8 saat çalıştığı bir fabrikada iş etüdü çalışmaları sonucu parça başına % 10 zaman kısalmasının gerçekleştirildiğini varsayalım. Yapılacak iş ortaya çıkan malzeme savurganlığının maliyeti ile iş etüdünün parasal sonuçlarını tartışmaktadır (Şekil 21).

Kazanç:

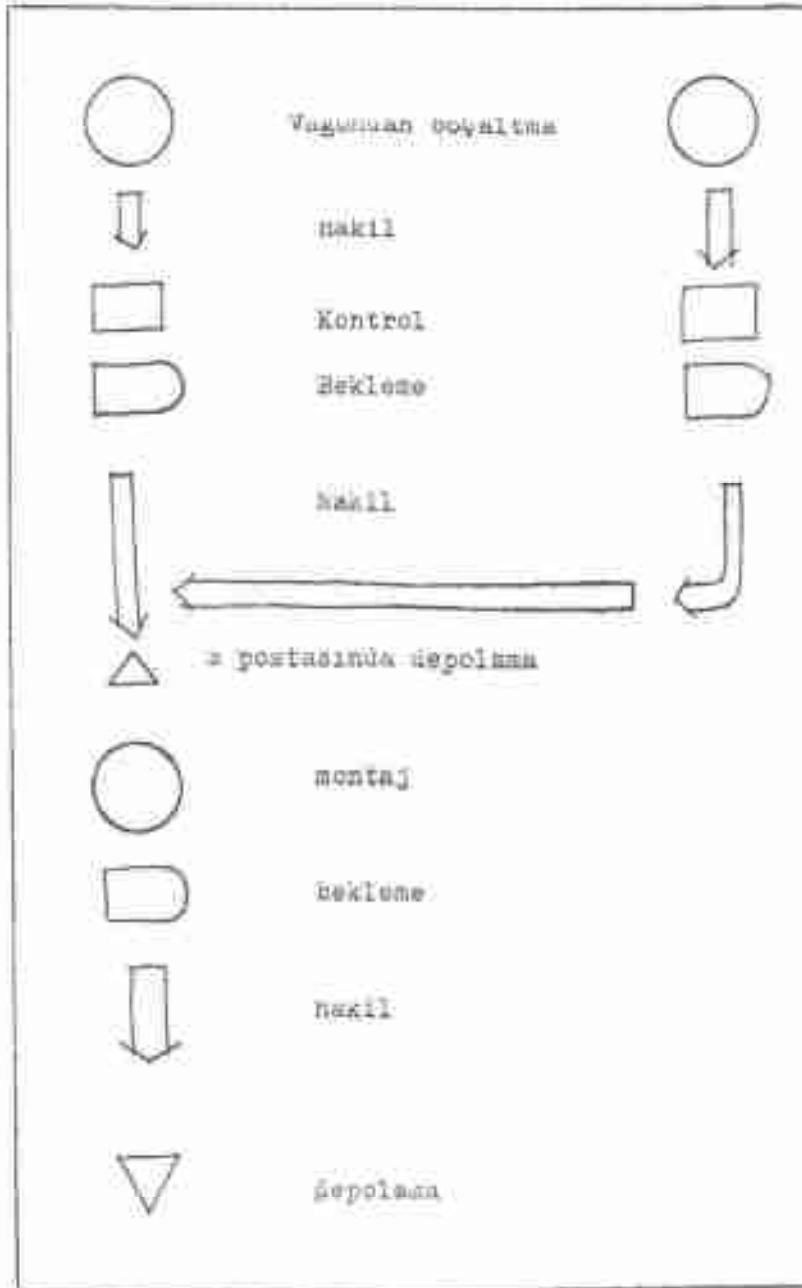
$$100 \times 8 \times 5 \times 50 = 200.000 \text{ adam-saat /yıl}$$

200 TL saatlik işçi ücretine göre

$$200.000 \times 200 = 40.000.000 \text{ TL /yıl}$$

Bunun % 10'u tasarruf edildiğine göre:

$$\text{Kazanç: } 4.000.000 \text{ TL/yıl olur.}$$



Şekil 20. Ustü Şemali Cevra ve pul montaj üreği.

Şekil 21. Adım Tazgah Şeması

Örnek işlem: Bir dökmüş parçaya 1/2" delik açmak.

adım	tezgah
Parçayı almak, matkabı koymak, ısı indirmek, otomasije vermek	boş
boş	parçada 1/2" delik açma
matkabı kaldırmak, parçayı çıkarmak, yerine koymak, talaşları süplümek	otomatik pası boş

(s)	adım	tezgah
boş zaman	2.50	1.25
çalışma zamanı	1.25	2.50
toplam süre	3.75	3.75
%	33	57

Tarım makineleri üreten fabrikalarda ister eski uygulamaların çözümlenmesinde ister yeni uygulamaların geliştirilmesinde bir işlemin etkinliğine etki eden etmenlerden hiçbirinin savsaklanmaması ve işleme ilgili bütün olayların gözönünde tutulması gerekir. Üretimin etkin planlama ve kontrolünün dayandığı performans standartları etkili iş etüdüleriyle ortaya konulur. Bu çalışmalar aynı zamanda yönetimin incelenme aracıdır. Bir sorunlar halkası incelenirken onu etkileyen önceki etmenlerin zayıflığı yavaş-yavaş ortaya çıkacağı için örgütün etkinliği de aydınlanır.

Tarım makineleri üreten fabrikalarda fabrika organizasyonu kavramı içine giren önceki çalışmalar da şu şekilde özetlenebilirler.

6.1. Mamul Tasarımı

Üretim planlamasının ilk basamağı mamul tasarımıdır. Üretim ünitesinin düzenlenmesi mamul tasarımına göre yapılır. Mamulün nitelikleri ve sayısı uygulanacak fabrikasyon sürecini ortaya koyar. Oysa fabrika süreci de fabrika yerleşimi ve üretim araçlarını etkiler. Temelde mamul yattığından gelişmeler mamul'e dayandırılarak yapılır.

Mamul tasarımı, kâr amacıyla yönlendirilen sermaye yatırımıyla alıcının gereksinimlerini giderici mamullerin ne, nasıl, niçin, ne kadar olduklarının saptanmasıdır.

Bu tasarımda mamul fonksiyonel, üretim, satış ve sürüm açılarından incelenir.

Fonksiyonunu yapmayan bir mamul alıcıyı kaçıtır. Mamul üretimi kolay, güvenilir ve geçerli olmalıdır. Standart ve normlara uygun olmalıdır. Alıcıda istek uyandırmalıdır.

İyi bir pazarlama ile büyük sürüm sağlanmalıdır.

Bütün bunlar yine tasarlanan mamulün sade, sağlam faydalı etkin olabilmesine bağlıdır. Ancak bu nitelikler donuk kalmamalı, sürüm süresince mamul'de küçük değişimlerle etkinlik çekicilik geliştirilmelidir.

6.2. Üretim Prosesinin Saptanması

Fabrika düzenlenmesinin bir yanı ve dayanağı olan proses, mamul yapım sürecinde uygulanan işlemler toplamıdır. Bu işlemlerin gerçekleşmesinde araştırılarak saptanacak olanlar şöyle sıralanabilir:

- a) Belli bir işlemi yapacak tezgâh'ın saptanması.
- b) Belli bir işlemde kullanılacak en uygun malzemenin saptanması.
- c) Yatırım kâr oranını etkileyecek üretim prosesleri içinde optimum prosesi seçmek.
- d) İş istasyonları ile iş akış yörüngesi ve hızının saptanması.

6.3. Fabrika Kapasitesinin Saptanması

Kapasite kavramı teknik açıdan oldukça girift bir kavramdır. Üretim hacmi ve output ile ilgili olup bir üretim değerini belirler. Bu üretim değerini zaman boyutu içine alırsak, belli bir zaman süresinde bir işletmenin sağlayabileceği en yüksek output (hasıla) olarak tanımlanabilir.

Bunun biriminin belirlenmesinde sayı, litre, metrenin yeterli olmayacağını vurgulamak gerek. Kapasite, üretim kuruluşunun kârlılığını, verimliliğini belirleyecek olduğundan birimi teknik ve fizik ölçü birimleri yerine TL olmalıdır. O halde kapasite, üretim kuruluşunun belli sürede TL cinsinden üretim değeridir şeklinde tanımlanır.

Burada süre üretim kuruluşunda yılda, haftada, günde üretim araçlarının çalıştırılarak üretimin sağlanmasında geçen efektif zamanı belirler.

Kapasite'ye etkili unsurların başında talep gelir. Alıcı talebini iş çevrimleri, mevsimlik değişimler, düzelme, refah, resesyon, depresyon gibi etmenler değiştirir. Bu değişiklik piyasa etüdü ve eğilimin ölçülmesiyle saptanır.

Piyasa etüdünde şu değerlendirmeler yapılır.

- a) Gelecekteki satış hacmi,
- b) Satış fiyatlarının değişimi,
- c) Malların ekonomik özellikleri,
- d) Öteki üreticilerin durumları,
- e) Rekabet karakteristikleri,
- f) Üretim öncesi maliyet, dışalım ve satış fiyatı değerlerinin araştırılması.

Eğilimin ölçülmesi ise, grafik, yarım ortalamalar, en küçük kareler yöntemleriyle yapılır.

Böylece;

Max talep = Kapasite = Max. üretim dengesi kurulmaya çalışılır.

Bu dengeye üretim düzenlemesiyle ulaşılır. Üretim düzenlemesi talebe göre kapasite'nin kullanılması yada ölü mevsimlerde stoklama çalışmalarıyla yapılan yıllık planlamadır. Bunu gerçekleştirmek için şu önlemlere başvurulabilir:

- Stoka çalışmak,
- Ölü devrelerde sürümü arttırmak,
- Çalışma saatlerini değiştirerek üretimi ayarlamak,
- İşgücünü değiştirerek üretimi ayarlamak,
- Sipariş vererek yada alarak üretimi ayarlamak.

Bir fabrikanın üretim değeri şu değerleri ortaya koyar.

- Büyüklüğü,
- Yerleşimini,
- Teknolojisini,
- Dağıtım kanallarını,
- Satış yöntemlerini,
- İş gücünü,
- Yönetimini,

Bütün bu saptamalarda, görüldüğü gibi organizasyonun içeriğinde olan çalışmalardır. Birbirlerine bağlı, birbirleriyle geçişim içerisinde olan bu çalışmalar genelde sermayeye, fabrikanın yerine, alanına, binasına, örgütüne, organizasyon planıcısının yeteneğine sıksıkaya bağlıdır.

Üretimin gerçekleşmesi süresinde mamülün birim fiyatı, satış planlaması, pazarlama organizasyonu ve diversifikasyon mamül çeşitliliğinin artırılması çalışmaları üzerinde durulur. Böylece sermaye rantı ve işte süreklilik sağlamağa gidilir.

Biliyoruz ki üretimde artış gerçekleştirmek ve iş başarısını arttırmak için başlıca iki yol vardır. Bunlardan birisi "Üretim Etüdü" başlığı altında toplayabileceğiniz uzun sürede gerçekleştirilebilecek ve keskiner yatırım gerektiren önlemlerdir. Diğerisi ise, kısa sürede gerçekleştirilebilecek, çok az, bazen hiç yatırım gerektirmeyen önlemlere başvurulmasıdır. Buna da İş Etüdü denir. Fabrikanın ortaya koyduğu işe etkili olan tüm etkenler sistematik olarak etüdü edilmelidir. İş sistemlerinin tasarım alanları içinde en önemlisi olanı, işbilimsel tasarımla ilgili iş sistemlerinde insan performansının bağlı olduğu etkenler araştırılır. (İnsan + Makina) sistemi ele alınarak sistem içinde insan performansının ne gibi koşullara bağlı olduğu incelenir. İnsan ve Makinanın özellik ve yetenek yönünden karşılaştırılması yapılarak, iş sistemlerinde insan performansı ortaya konulur. Yine insanın sadece maliyet unsuru olarak ele alınmaması gerekmektedir. İnsan-makina ilişkisinin ve görev dağılımının nasıl olması gerektiği aydınlanır. İş etüdü çalışmaları işbilimsel verilerle ve sistem yaklaşımı açısından ele alınmadığından uzun dönemde başarısızlık kaçınılmazdır.

Ülkemiz Endüstri birimleri için İş Etüdü çalışmalarının ne denli yararlı olacağı gözönüne alınırsa, bu konudaki araştırmaların üretime katkıları artacaktır. İş etüdüne ulaşmak için kullanılan yöntem etüdü ve iş ölçümünün nasıl bir sistem anlayışı içinde ele alınması gerekmektedir.

Görüldüğü gibi günümüze değin çeşitli fabrika organizasyonlarında Endüstri Mühendisliğinden yeterince faydalanabilmiş üniteler, hem üretimlerini arttırmış hem de üretimlerde standart ve kârlılığı yüksek hedeflere ulaşmıştır. Eğer ülkemizdeki tarım makineleri imalat birimlerine bu açıdan içtenlikle bakarsak hemen hemen hiçbirinin bu hizmetlerden yararlandırılabilirliğini diretemeyiz. Gerçekte ülkemiz tarım makineleri yapımcılarının pekçoğu henüz organize fabrika birimi-

leri düzeyine ulaşamamışlardır. Fabrika adı altında toplanan 35-40 tarım makinacıları fabrikalarında imal tekniklerini geliştirici, malzeme, makina, teçhizat ve insan unsurları arasındaki ilişkileri rasyonelleştirici tasarım aşamalarına yönelmemişlerdir. Bu yönde gerçekleştirilmiş bilimsel bulguları kendi ünitelerine aktarıcı düşünceye yer veren açılımlara girmeleri büyük umutlarımızdır. Bu başlangıç noktasına gelebilecek tarım makinaları yapımcılarımızın çok kısa zaman içerisinde üretimlerini hem kendileri yönünden hem de tüketici yönünden istenilen düzeye ulaştırmaları çabukça gerçekleşecektir.

Tarımımızın gelişmesi ve sanayileşmemize dayanak olucu düzeyde var olan potansiyelini, en üst etkinlikte kullanılır yapacak olan tarım makinaları girdisini istenilen değerlere ulaştırılması kaçınılmaz bir zorunluluk göstermektedir. Böylece her önüne gelenin imalâta yönelmesi pazarlama tıkanıklığı ile önlemecok, bu işi bilerek yapanlar öne geçecektir. Tarım makinaları yapımcılarımızın fabrikasyona yönelmeleri ile ülkemizde kendine özgü bir imalât teknolojisini geliştirilerek bu teknolojinin standart, kaliteli, iş verimi yüksek, bol yedek parçalı, iyi servisli ve ucuz üniteleri Türk Köylüsüne ulaştırılmış olunacaktır. Bilimin, yöneticilerin ve Türk Köylüsünün beklediği aşamamın bu olduğu inancındayız.

7. TARIM MAKİNALARI FABRİKALARINDA ORGANİZASYON

Bir fabrikada yönetim kadrosu herşeyden önce işletmeden yüksek bir verim elde etmeyi, üretimi az masrafla yürütmeyi mamullerin fiyatlarını azaltmayı ve elverişli koşullar içerisinde pazara sürerek kazanç elde etmeyi kendisine amaç kılar. Eğer işletmede çalışmalar sonunda sermaye korunamaz duruma düşülürse, işletme kapanmaya gider. Gelir ancak giderleri karşıyabilecek düzeyde olursa işletmenin büyümesi ve gelişmesi olanağı ortadan kalkar. İşletmenin başarısı öncelikle iyi bir imalat organizasyonu kurulmasına bağlıdır. Verimli bir üretimin ilk koşulu hammadde ve malzemenin gelışı, imalathaneye girişi ve işletmeden mamül olarak çıkışını sağlayan üretim araçları ve insan gücünün iyi organizasyonuna bağlı olmaktadır. Bir fabrikada işlerin ayrıntılarının saptanması, yetki ve sorumlulukların belirtilmesi, alet-makina, cihaz ve tesislerin yerlerinin doğru olarak düzenlenmesi ancak iyi bir organizasyonla sağlanır. Günümüzde işletme masraflarının % 60-80'ni işçilik giderleri ile üretim araçlarının işletilmelerinde olugur. İnsan gücü işyeri alanı ve teçhizat giderlerinin gittikçe yükselmesi bu unsurların en verimli çalışma konumlarına getirilmelerini zorunlu kılmaktadır. Bu unsurlardan en büyük faydanın nasıl sağlanabileceği, işyeri alanının en etkin bir şekilde nasıl kullanılabilineceği üretim yöneticilerinin karşılaştıkları ana sorunlardır. Bu gibi sorunlar ancak etkin ve geçerli organizasyonla çözülebilirler.

Tarım makinaları yapım teknolojisi, ağır sanayi teknoloji seçilir. Kolay teknoloji işçinin kullanılabilceği teknolojidir. Üretim araçları ile teknoloji arasında uyum sağlanmalıdır. Teknolojiye uygun olmayan bir üretim aracına yer verilmemelidir. Üretim işlemlerinde işlem çeşitleri ve işlem grupları ortaya çıkar. Ayrıca temel işlemlerin neler olduğu saptanır. Bu temel işlemler üretim prosesinde kullanılacak işlemlerdir.

Tarım alet-makinaları yapımı genellikle küçük imalâthanelerde gerçekleştirilmektedir. Bu atölyelerde metal parçalar belirli ölçülerde iş-

lenip biraraya getirilirler. Yani monte edilirler. Bu imalathaneler makina, cihaz ve tarımda kullanılan alet-Makinanın yapıldığı doğrudan doğruya yada dolaylı olarak hazırlandığı atölyelerdir. İmalat atölyesi teçhizatı içinde, atölyede yapılacak işlere göre cinsi, ölçüsü ve sayısı belirli iş tezgâhları, tesviyeci tezgâhı ve pleyt üzerinde kullanılan ölçme, markalama, ayarlama aletleri iş kalıpları, alet bağlama avadanlıkları ve iş tezgâhlarında kullanılan yardımcı aygıtlar bulunur. Torna, matkap, vargol, planya, freze, taşlama ve yatay delik tezgâhları genellikle iş tezgâhları olarak kabul edilir. Revolver torna, oluk açma, dişli çark açma makinalarına ve benzerlerine özel imalat tezgâhları denir. Bu tezgâhları kullanabilmek için deneyim ve özel beceri gereklidir. Bu işlerde özel olarak yetişmiş çermanlar kullanılır. Böyle bir fabrikada yönetim organizasyonu (Şekil 22) ta görülmektedir. İdeal anlamda bulunacak şubeler ise şöyle sıralanabilir.

- Proje Etüd Şubesi
- Proses Konstrüksiyon Metod Şubesi
- Yarı Mamül, Montaj Metod Şubesi
- Tesis Etüd Şubesi
- İstihsal Kontrol Şubesi
- Dökümbane Şubesi
- Makina Atölyesi Şubesi
- Isıl İşlem Atölyesi Şubesi
- Pres Atölyesi Şubesi
- Montaj Atölyeleri Şubesi
- Genel Bakım Şubesi
- Muayene ve Kalite Kontrol Şubesi
- İç Satınalma, Dış Satınalma Şubesi
- Bilgi İşlem Şubesi

Tarım alet yada makinaları üreten bir fabrikada, seçilen teknoloji yada üretim yöntemi hangisi olursa olsun bazı temel üretim araçları bulunmaktadır. Bu üretim araçlarının yerleşimi ve hammaddeyi işleyiş biçimi uygulanan teknolojiyle, üniteler arası mamül akışı da üretim yöntemiyle ilgilidir. Bu iş ünitesinde temel amaç, hammaddeyi mamul hale getirene dek üretim amacına uygun değişik çok sayıda işlemlerin uygulanmasıdır. Uygulanacak bu işlerin belirli ortak özelliklerinden yararlanarak gruplandırmalar yapılabilir. Bu gruplandırma üretilcek bir mamule uygulanması gereken çok sayıdaki işlemi kolay anlayabil-

Şekil 22. Bir fabrikada organizasyon Şeması



memizi sağlar. Örneğin 24 sıralı, yaklaşık 2,5 m iş genişliğinde bir ekim makinasında ortalama 2700 dolayında parça bulunabilir. Bunların 1040 kadarı profil, çelik ve sacdan mamul, 280 adet döküm parça, 40 adet ahşap, 270 adet çeşitli somun, civata, 100 adet kama, 620 perçin, 250 adet standart parça ve 100 adedi hazır sağlanmış parça olabilmektedir. En basit bir yaklaşımla her bir parça başına ortalama 3 işlem uygulandığını kabul etsek, 2700 parça için 9000'e yakın işlem sayısı buluruz. Ne varki bu denli çok sayıda işlem benzer özellikleri yüzünden birkaç temel işlem grubunda gerçekleştirilebilmektedir.

Tarım alet-makinaları üreten bir fabrikada genel olarak yapılan temel işlemler şu şekilde özetlenebilirler:



1) Sac ve profil kesme işlemleri

2) Talaş kaldırarak yapılan işlemler

Bu işlem grubunda malzeme yüzeyinde talaş kaldırılarak yapılan bütün işlemler yer alır. Torna tezgâhı ile bir parçanın işlenmesinde, matkapla delik delmede, eğelemede, freze, vergel ve planya tezgâhlarıyla yapılan çalışmalarda malzeme yüzeyinden kesici takımlarla talaş kaldırılmaktadır. Torna tezgâhı ile iki punta arasında tornalama, alın tornalama, malafa üzerinde tornalama gibi işlemler yapılmaktadır. Yine tornayla kesme, vida çekme, konik işleme, fatura açma, delik delme, raybalama, eğeleme gibi çok çeşitli işlemler de yapılabilmektedir.

Vergel tezgâhlarında düz yüzeyler işlenir. Vergelle işlenmesi olanaksız olan 900 mm'den büyük parçalar da planya tezgâhında işlem görürler. Bunlardan başka talaşlı imalat işlemine keskiyle kesme, motorlu yada el testerceleri ile kesme gibi işlemler de girer.

3) Talaş kaldırmaksızın yapılan işlemler

Bu grup işlemler presleme, kaynak yapma, zımbalama, perçinleme, sac ve profil kesme gibi soğuk şekillendirme işlemleriyle döküm gibi sıcak şekillendirme işlemlerinden oluşur. Soğuk şekillendirmeden önce yapılan kesme işlemlerinde teneke ve ince sac gibi malzemelerin kesilmelerinde basit el makasları ile kalın malzemelerin kesilmelerinde kollu makaslar, özel profil makasları, giyotin makaslar gibi aletler kullanılır.

Presleme ile şekillendirmede abkantı pres, vidalı fraksiyon pres, hidrolik pres, ekzantrik pres, havali şahmerdan gibi araçlar kullanılır. Belirli ölçülerde kesilmiş ve kaynakla birleştirilmeğe hazırlanmış parçalar kaynak ünitesinde sökülüyecek bir şekilde kaynaklırlar. Kaynak ünitesinde elektrik yada oksijen kaynağı kullanılır. Elektrik kaynağı ile nokta kaynağı, dikiş kaynağı ve ark kaynağı yapılır. Kaynak kullanılarak aynı zamanda kesme işlemleri de yapılabilmektedir.

Döküm ve dövme işlemleri yine malzemedan talaş kaldırmadan yapılacak sıcak şekillendirmelardir. Dövme işleminde işlenecek parça demirci ocagında 850C'ye kadar kızdırılarak sertliği kaybolur. Örs üzerinde çekiçlenerek yada pres, şahmerdan gibi tezgâhlarda şekillendirilir. Dökümde ise hammadde bazı katı maddeleriyle karıştırılıp eritildikten sonra (kupa ocaklarında) önceden hazırlanmış kalıplara

dökülerek yapılır. Döküm tekniğiyle çok sayıda makina parçasının üretimi gerçekleştirilebilmektedir.

4) Öteki imalat işlemleri

Bu grupta bileme, ince talaş kaldırma, perçinleme, perçin sökme, yay sarma, balanslama, boru yapma gibi işlemler özel tezgah ve aygıtlar kullanılarak yapılmaktadır.

5) Montaj işlemleri

İmal edilmiş çeşitli parçaların yada organların çeşitli yöntemlerle birleştirilerek alet-makinanın ortaya çıkarılması işlemidir. Çeşitli montaj yöntemleri, araçları, çalışma koşulları, süreler optimal montajın gerçekleştirilmesine etkilidirler. Montaj ünitesinin sürekliliğini sağlamak, bekleme sorunlarını çözümlenmek, verimi yükseltmek bu konuda yapılacak optimizasyonlarla gerçekleştirilebilir. Böylece verimsiz süreler kısaltılmış, gereksiz bekleme önlenmiş ve aynı giderle kârlilik yükseltilmiş olacaktır.

6) Kumtama ve boyama işlemleri

Montaj işlemleriyle ortaya çıkan mamul boyama ünitesinden geçirilerek stoka alınır. Kumtama işlemi bazen parça monte edilmezden önce yapılır.

Yukarıda sözü edilen ünitelerde yer alan başlıca tezgahlar işlemi gruplarına göre şöyle sıralanabilirler.

A Kesme

Kollu testere

Daire testere

Profil ve sac kesme makası

Sacı kesme ve şekillendirme tezgahı

Giyotin makas

Üniversal kombine makaslar,

B Şekilleme

Abkant pres

Vidalı frikasyon pres.

Sütunlu hidrolik pres

Ekzantrik

Havali şahmerdan

Kollu pres

C Somun Kesme, Diş Açma

Ovalama ve diş açma T.

Somun kesme ve diş açma T.

Boru ve vida diş açma T.

D Delme

Radyal matkap

Sütunlu matkap

Üniversal zımba T.

El breyzi

E Taşlama

Taşlama T.

Yüzey taşlama T.

Üniversal silindirik taşlama T.

Krank taşlama T.

F Boru Kıvrırna

Hidrolik boru bükme T.

Boru kıvrırna T.

G Talaşlı İşleme

Planya

Üniversal torna

Üniversal freze

Revolver torna

Pantograf freze

Biyel kollu torna

Programlı torna T.

Çift başlı freze T.

Nümerik kontrollü torna

Eğelene tezgahı

Fork lift

El arabaları

Tasma sepetleri ve

Raylı montaj arabalarından yararlanılır.

Üretimde hem bu tezgahların yerel sıralanışları hem de üretimdeki işlevleri yönünden yapılan düzenlemeler, optimizasyonlar fabrika produktivitesine etkili olur. Temel hedefe yönelik amaca ulaşma yolundaki organizasyonda başarılı olunabildiği oranda fabrika kârlığı yükselir.

Ülkemizde yerli imalat giderek seri imalat tipine kaydırılmaktadır. İmal ünitelerinin bütün kısımlarının bir fabrikada yapılmasının iş bölümü ilkesi açısından gittikçe zorlaştığı günümüzde fabrikasyon imalatında yan sanayi kuruluşlarından da faydalanılmaktadır. Bir başka deyişle fabrikasyon imalatı yan sanayi imalatına da kaynak ve dayanak olmaktadır. Önemli olan imal ünitelerinin artık tamamen bir kopya imalatı yerine ülke koşullarına uygun prototiplere dayandırılabilmesidir. Bu ise imalat öncesi ve imalat süresince teknik- araştırma ve dizaynlamalara gereksinimi arttırmaktadır. Özellikle dışalım teknolojilerinin öz teknolojilere dönüştürülebilmesi ve yerli imalatın bu yönde geliştirilmesi günümüzün başlıca hedeflerindenidir.

İmalat organizasyonunda çalışma yönteminin saptanarak çalışmanın planlanması çok önemlidir. Herhangi bir imalatın organizasyonunda imalata yapıldığı birimlerin iyi incelenmeleri gerekli verilerin sağlanmaları, gözlem ve ilgili kişilerle yapılan görüşmelerden yararlanılarak gerçekleştirilebilir. Yapılan iş, işin yapılma zamanı, üretime başlama, üretim süreci, üretim kapasitesi, stoklama, pazarlama, üretilen alet-makinanın kullanıma mevsimine yetiştirilmesinin düzenlenmesi, yedek parça, servis gibi işlemlerin gerektiği şekilde organizasyonları imalat organizasyonunun temel unsurlarıdır.

Sayısal verilerin derlenmesinde yapılacak çalışmalar sonunda işin hacmi, günlük üretim, haftalık, aylık yada mevsimlik üretim sayısal değerleri ile gerekli işgücü saati günlük, haftalık, aylık, mevsimlik olarak saptanabilir. İş akımı ile iş istasyonları süreklilik, tıkanmalar ve akış diyagramında görülecek darboğazlar çözüme ulaştırılabilir.

Daha önce vurgulandığı gibi tarım makinaları fabrikalarında imalat organizasyonu çalışmalarında sistem analizi tekniklerinden yararlanma günümüzde gittikçe artmakta ve çeşitli teknikler kullanılmaktadır. Böylece imalatın niteliksel, niceliksel artışı maliyetin düşürülmesi, kârlılığın yükseltilmesi gibi sonuçlara ulaşılabilecektir.

7.1. İmalat Çeşitlerine Bağlı Organizasyon

Tarım makinaları üreten fabrikalarda imalat çeşitli çalışmaları dayandırılır. İmalat ister kopya, ister prototip imalatı olsun herşeyden önce bir projelendirmeye dayandırılmalıdır. Projelemenin hangi amaçla nasıl düzenleneceği gerektiği gibi saptanırsa, çalışma sınırları belirginleşir gereğinden fazla işe girmeden istenilen amaca ulaşılır. Genellikle projeleme, bir seri imalatı gerçekleştirmek amacıyla yapılır. Bunun için ekip çalışmalarına (team-work) gereksinim vardır. Herşeyden önce istenilenin ne olduğu saptanmalıdır. İstenilende önemli olanların ortaya konulmaları imalatın teyyik edici unsurlarının saptanmaları istenileni yapan firma ürünleriyle kıyaslanmaları gerektiğince yapılmalıdır. Böylece kusur, eksik yada gereksinimler aydınlatılacak var olandan farklı daha etkili bir imalatın özellikleri saptanacaktır. Yapılacak olanla isteklerin hangileri giderilmiş amaca ulaşma başka hangi yolların var olduğu sonucu daha az çaba ile nasıl ulaşılabileceği pazarlanması daha kolay, basit, güvenceli, kullanımı yüksek, imalat prosedürünün daha uygun nasıl kılınabileceği ortaya koyulur. Eğer birden fazla çözüm varsa bunlar içerisinde işletme koşullarına en uygun olan araştırılır. Bu ayırmada iyi-kötü taraflara puan verilerek yapılacak kıyaslamalardan faydalanılır. Böylesine ön incelemelerle edinilen bilgiler daha da daraltıldığında imal ünitesinin konstrüksiyonel ve fonksiyonel karakteristikleri belirginleşir. Ana hatları belli bir konstrüksiyonu belli bir yönde daha elverişli kılan bir isteğe ayduruşması yönünde yapılması gerekenler bir proje araştırmasıdır. Bu araştırmanın çerçevesi biyolojik ve teknik gelişim eğrileriyle belirginleşir. Teknik gelişimin hangi noktasında kalınmış ve nereye gidilmek isteniyor bu ileriye götürmenin teknik dayanakları nelerdir, bunu gerçekleştirmede hangi yöntemler daha etkin olacaktır gibi soruların yanıtları bizi imalat kuralını ortaya koymaya itecek, bulduğumuz çözümlereye ulaştıracaktır.

Tarım makinaları üreten bir fabrikada imalat şu aşamalarla gerçekleşir.

1. Proje Aşaması,
2. Dizayn aşaması,
3. Prototip aşaması,
4. Yapım aşaması,
5. Montaj aşaması,
6. Kumlama ve boyama aşaması,
7. Kontrol aşaması,
8. Depolama aşaması,
9. Pazarlama aşaması,
10. Servis aşaması.

7.2. Bazı Tarım Makinaları Yapım Aşamaları

Tarım makinaları üreten fabrikalarda tek yada çok üretim yapılır. Fabrikalar üretim çeşit ve sayılarına göre düzenlenirler. Tarım makinaları üreten fabrikalarda bazı imalatlara ilişkin aşamalar şu şekilde sıralanabilirler.

1. Sap-döver harman makinasının yapımı

YAPIM AŞAMASI

- a. Şasenin yapımı ve çeki okunun yapımı
 - Şasenin yapımı
 - Çeki okunun yapımı
- b. Batör ve Aspiratör tahrik sisteminin yapımı
 - Batörün yapımı
 - Aspiratör tahrik sisteminin yapımı
- c. Konte-batörün bulunduğu bölüm ve besleme ağzının yapımı
 - Konte-batörün bulunduğu bölümün yapımı
 - Besleme ağzının yapımı
- d. Aspiratör gövdesi ve saman çıkış borusunun yapımı
 - Aspiratör gövdesinin yapımı
 - Saman çıkış borusunun yapımı
- e. Eleme düzenin yapımı

MONTAJ AŞAMASI

- a. Şase üzerine kontr-batörün bulunduğu bölümün montajı
- b. Batörün montajı
- c. Besleme ağzının montajı
- d. Eksantrik düzeninin montajı
- e. Eleme düzeninin montajı
- f. Aspiratör gövdesinin montajı
- g. Aspiratör tahrik sisteminin montajı
- h. Şaman çıkış borusunun montajı
- i. Diğer parça montajları

BOYAMA AŞAMASI

KONTROL AŞAMASI

DEPOLAMA AŞAMASI

2. Mibzer Yapımı

YAPIM AŞAMASI

Mibzeri oluşturan parçalar önce tek tek imâl edilmekte bunlar daha sonra montaj sahasında birleştirilmektedir.

Mibzer genellikle şu sıraya göre imâl edilmektedir:

a) Şasi ve Çeki Okunun Yapımı

Şasinin yapımında (U) profilli ve köşebent profilli demirler kullanılmaktadır. Şasinin çevresi (U) profilli demirlerden, ara kirişler ise köşebent demirlerden yapılırlar.

Şasinin çevresini oluşturacak olan (U) profilli demirler önce istenilen boyda kesilerek, üzerine ara kirişler tespit etmeye yarayan delikler matkap tezgahında açılır. Kesilen (U) profilli demirler kaynakla birleştirilirler. Birleşme noktalarının daha sağlam olması için daha önceden giyotin makaslarla üçgen şekilde kesilerek hazırlanan çelik saçlar köşelere kaynatılır. Daha sonra köşebent demirlerden kesilerek hazırlanan ara kirişler civatalarla yerlerine bağlanır. Aynı şekilde köşebent profilli demirlerden oluşan ve üzerlerine otomatik kaldırma tertibatı bağlanan kirişler hazırlanarak şasiye civatalarla tespit edilir.

Çeki oku, köşebent profilli demirlerden yapılmıştır. Köşebent profilli demirler istenilen uzunlukta kesilerek birbirlerine kaynakla birleştirilir ve ana çatıya bağlanır. Ucuna çeki plâkası ve çeki kancası tespit edilir. Ayrıca çeki okunun üzerinde otomatik kaldırma tertibatını kontrol edilmesinde kullanılan ip tutucular, köşebent demirlerin düzey durumunda bağlanması ile oluşurlar.

Daha sonra çeki okuna destek borusunun takılacağı yerler kaynatılır. Takım kutusunun tespit edilmesine yarayan tabla da çeki okuna takılır.

b) Yürütme Organının Yapımı

Ana çasının her iki tarafına dökümhanede dökülmüş olan dingil tespit tablası işlendikten ve üzerine gerekli delikler açıldıktan sonra tespit edilir. Sonra dingil tespit levhasına torna tezgahında işlenmiş olan tekerler göbek milleri yerlerine kaynakla tespit edilir.

Dingil göbekleri üzerine çeşitli tezgahlarda işlenerek hazırlanan tekerler göbeği dişlisi, fatura bilezikleri, rulmanlar yürümeyi sağlayacak bir şekilde takılırlar. Daha sonra bilya kovana yerine takılarak, tekerlek göbeği dişlisiyle birleştirilir. Son olarak ta piyasadan hazır alınan cant yerine takılır.

c) Tohum ve Gübre Sandıklarının Yapımı

Tohum ve gübre sandıkları, 1,5 cm kalınlığındaki çelik saclardan yapılırlar.

Tohum sandığı tavan sacı	1,5 × 157 × 1393 mm	1 tane
Tohum sandığı tavan sacı	1,5 × 157 × 1503 mm	1 tane
Tohum sandığı kenar sacı	1,5 × 506 × 1508 mm	1 tane
Tohum sandığı kenar sacı	1,5 × 506 × 1618 mm	1 tane
Tohum sandığı kapak sacı		2 tane
Gübre sandığı taban sacı		2 tane
Gübre sandığı kenar sacı	1,5 × 850 × 1558 mm	1 tane
Gübre sandığı kenar sacı	1,5 × 850 × 1618 mm	1 tane
Gübre sandığı kapak sacı		2 tane
Tohum ve gübre sandığı ara sacı	1,5 × 490 × 1505 mm	1 tane
Tohum ve gübre sandığı ara sacı	1,5 × 490 × 1120 mm	1 tane
Tohum ve gübre sandığı tespit tablası		2 tane

Yukarıdaki saç malzemelerden başka tohum ve gübre sandığı bölümlere ayıran saç perdeleri vardır. Kullanılacak olan saç malzemeleri önce giyotin makaslarla kesilir, preslerde üzerlerine gerekli olan delikler açılır ve gereken şekilde bükülürler.

Gübre ve tohum sandıklarında taban saçlarında ekici düzenlerin geleceği yerler preslerde kesilerek çıkartılır. Hazırlanan tohum ve gübre sandığı kenar saçları, dökümden yapılmış olan tespit tablasına kaynakla birleştirilir. Tohum ve gübre sandığı ara saçı meydana gelen sandığın ortasına tespit edilir. Bu şekilde tohum ve gübre sandığı birbirinden ayrılır. Daha sonra sandıkları bölümlere ayıran saç perdeleri, sandık içine yerleştirilir. Kapak menteşeleri sandıklara perçinlerle bağlanır, kapak saçlarına da menteşeler perçinlerle birleştirilir.

d) Tohum ve Gübre Hücrelerinin Yapımı

Tohum ve gübre hücreleri bazı firmalar tarafından döküm malzemesinden, bazı fabrikalar tarafından çelik saçların bükülmesi ile yapılırlar.

Oluklu itici makinalar pres dökümden yapılırlar. Dökümhanede dökülerek hazırlanırlar daha sonra çeşitli tezgahlarda işlenirler. Tohum kesici parça da demir dökümden yapılır.

İçten kırımlı blezikler dökümhanede demir dökümden dökülerek üzerinde bulunan artıklar kumlarla veya çelik tozlarla temizlenirler.

Tohum hücrelerinin dökümden olanları hani şeklindedir. Bu şekildeki kalıplarda dökülerek hazırlanırlar. Saç malzemesinden yapılan tohum hücrelerini yapmak için su ısı takip edilir. Önce gereken ölçülerde çelik saçlar kesilir, daha sonra bunlar preslerde kıvrılır. İki parça olarak hazırlanan parçalar perçinlenerek kutu haline getirilir.

Ekici düzenler 17 x 17 mm ölçülerindeki kare kesitli mil üzerine takılırlar. Bu mil önce gerekli ölçüde kesilir ve bir ucuna hareket iletmeye yarayan bir düz dişli takılır.

Gübre sandıkları içinde bulunan karıştırıcı daire kesitli bir demir çubuktan yapılmıştır. Bu demir çubuk üzerine ince teller bir vida hattı oluşturacak şekilde dizilirler. Milin ucuna karıştırıcı düzene hareket ileten dişli takılır. Bu şekilde hazırlanan ekici düzenlerin parçaları montaj sırasında sandıktaki yerlerine takılır.

e) Ekici Ayakların Yapımı

Mibzerlerde tek yada çift diskli ekici ayaklar kullanılmaktadır. Memleketimizde daha çok tek diskli ayaklar kullanılmaktadır. Ekici ayakları oluşturan diskler 35 cm çapındadırlar. Daire şeklinde kesilen saclar fırınlarda ısıtarak preslerde küre kapağı şeklinde sıcak olarak preslenir. Daha sonra üzerine gerekli olan delikler matkap tezgahında delinir ve kenarları torna edilmek suretiyle hilenir.

Diskleri taşıyıcı kirişe bağlamaya yarayan iki tane bağlama kolu vardır. Bunlardan biri şekilli diğeri düzdür. Çelik demirlerden istenilen uzunlukta kesilen çelik demirlerden şekilli olması istenen kol preslerde şekillendirilir. Daha sonra hazırlanan kolların üzerine gerekli olan delikler açılır.

Diskler ve hazırlanan kolların bağlanmasına yarayan disk tutucu tablalar dökümhanede demir malzmeden dökülürler. Daha sonra bunların üzerine gerekli olan delikler açılır.

Disklere çalışma sırasında yapışan toprakları kazımak için, bir küçük, bir de büyük sıyrıcı vardır. Bu sıyrıcılar çelik saclardan bükülerek yapılırlar.

Baskı yaylarını tutan çubuklar, demir çubuklardan kesilirler. Bir ucu preslerde ezilerek delinir, daha sonra, bu demir çubukların üzerine, çeşitli derinlik ayar kademeleri için gupilyaların geçeceği delikler açılır. Baskı yayları, çelik tellerden sarılarak yapılırlar.

Disk yatakları milleri tornada işlenerek hazırlanır. Bu şekilde hazırlanan parçalar daha sonra montajla birleştirilir.

f) Otomatik Kaldırma Düzeninin Yapımı

Otomatik kaldırma düzeni hareketini tekerlekten alır ve çalışma sırasında, kaldırma düzeni kovanları daima döner. Ayaklar indirilip veya kaldırılacağı zaman, kumanda kolu vasıtası ile ekici ayaklar indirilir, ekici düzenlere hareket verilir.

Otomatik kaldırma sistemini oluşturan parçaların çoğu dökümden yapılmışlardır. Örneğin; kaldırma millisi yatağı, ara yatak desteği, uç yatak desteği, zincir gergi dişlisi, zincir gergi dişlisi yatağı, kaldırma millisi yatakları, tutucu bilezikler, kovanlar dökümhanede demirden dökülürler. Daha sonra üzerlerindeki artıklar temizlenir ve işlenecek olan parçalar çeşitli tezgahlarda işlenir.

Kaldırma çubuğu tutucuları, tohum ve gübre kesme manivelaları, otomatik sehpa saç malzemedен kesilerek hazırlanır. Tohum kesme manivelaları, hareket kolu lamaları çelik çubuklardan kesilerek preslerde şekillendirilir.

Kaldırma mili kare kesitli demir çubuklardan yapılırlar. Hazırlanan malzemeler daha sonra birleştirilirler.

g) Hareket İletim Düzeminin Yapımı

Hareket ileten dişliler dökümden yapılmışlardır. Dişliler dökümhanede, kalıplarında döküldükten sonra dişli azdırma terghabında işlenirler.

Saç malzemedен, sağ ve sol tekerlek için dişli muhafaza kutusu yapılır. Çelik malzemedен, iki tane dişli tablası ve her tekerlek için ikişer tane zincir gergi yayı ve gergi yayı pabuçları imâl edilirler.

a) Markörlerin Yapımı

Markörlerin tespit edilmesine yarayan ve ana çata üzerine bağlanan iki tane markör tespit köşebentli, köşebent demirlerden kesilir. Üzerine gerekli delikler açılır. Bu köşebentlerin üzerine, markörlerin kumanda edilmesini kolaylaştıran makaralar takılır.

Şahtinin sağna ve soluna kaynakla tespit edilen ikişer tane lama, markör milinin yatakları kaynatılır. Markör mili, daire kesitli demirlerden yapılır. Bu mil üzerine, üçgen teşkil edecek şekilde iki parça daha ilave edilir ve bunun ucuna da üzerine çeşitli markör uzunlukları için delikler açılmış markör kolu takılır.

Çizilerin açılmasına yarayan diskler, ekici ayakların yapıldıkları gibi aynı malzemedен, aynı şekilde imâl edilirler. Bu diskler markör kolunun ucuna yataklandırılırlar.

b) Gezinti Tahtasının Yapımı

Çalışma sırasında makinada herhangi bir tıkanma olmaması için ve makinenin çalışmasını kontrol için, makinenin arkasına tespit edilen bir basamak üzerinde işçi durur.

Gezinti tahtası iki parçalı ahşap malzemedен yapılmıştır. Basamak ayakları çelik malzemedен kesilerek preslerde şekillendirilir, üzerine gerekli olan delikler açılır, montaja hazır hale getirilir.

x) Gübre ve Tohum Miktarı Ayar Düzenlerinin Yapımı

Atılan tohum ve gübre miktarını gösteren skalalar, döküm malzemenen yapırlar ve üzerine gerekli işaretler konur.

Tohum ve gübre miktarı ayar kolları çelik malzemenen kesilerek işlenir, gerekli şekillerde preslerde şekillendirilir. Tespit tablaları sac malzemenen hazırlanır.

MONTAJ AŞAMASI

Bu aşamada daha önceden çeşitli tezgahlarda hazırlanmış olan parçalar birleştirilir.

a-1. Durak

Montaj başlangıcında ana şasi, ray üzerinde yürüyen bir arabaya yerleştirilir. Ana çatıyı oluşturan ara kirişler ve taşıyıcı kirişler, civatalarla ana kirise bağlanır. Üzerlerine dingil kaynatılmış olan dingil tespit tablaları, civatalarla şasinin sağna ve soluna bağlanır. Tekereğin diğer parçaları arabama göre dingil üzerindeki yerlerine takılır. Jant bağlanır.

b-2. Durak

Daha önceden sacların kaynatılması ile yapılan tohum ve gübre sandığı ana çatı üzerine civatalarla bağlanır. Tohum sandığının ve gübre sandığının altına tohum hücreleri takılır. Ekici düzenler mil üzerine yerleştirilerek yerlerine bağlanır. Ekici düzenlere ve karıştırıcıya hareket veren dişliler millerin uçlarına takılır. Dişlilerin göbeklerine greşörlükler konur. Hareket zincirleri yerlerine takılır. Sandıklar üzerine, daha önceden hazırlanan ayar düzenleri perçinlerle bağlanır. Ayar kolları millerle irtibatlandırılır. Dişli muhafaza kutuları yerlerine takılır.

c-3. Durak

Ekici ayakların parçaları birleştirilerek, taşıyıcı kiriş-kelebeklerle bağlanır.

d-4. Durak

Çeki okunu oluşturan parçalar ve gezinti tahtasını oluşturan parçalar ana çatıya civatalarla bağlanır.

e-5. Durak

Markörleri oluşturan parçalar ve kaldırma düzenini oluşturan parçalar yerlerine monte edilirler.

f-6. Durak

Montajı tamamlanan mibzerlerin tekerleklerine bir elektrik motorundan hareket verilerek çalışmaları kontrol edilir. Yağlanacak olan yerleri yağlanır. Bir arıza veya eksiklik varsa giderilir.

g-7. Durak

Denemeden çıkan mibzerler, boyahaneye gönderilerek boyanır.

h-8. Durak

Boyanmış olan mibzerlere, boyaları kuruduktan sonra lastik tekerlekleri takılır. Otomatik kaldırma düzenine ve marköylere kumanda eden ipler takılır. Böylece mibzerler satışa hazır hale gelirler.

BOYAMA AŞAMASI-KONTROL AŞAMASI, DEPOLAMA AŞAMASI

8- TARIMSAL MEKANİZASYON ÇALIŞMALARINDA BİLGİ-SAYAR KULLANIMI

Her ekonomik faaliyette olduğu gibi, tarımsal faaliyetlerin de esas görevi, gereksinimlerimizin giderilmesinde rol oynayan malların elde olunmasıdır. Bu da ancak üretim sayesinde olur. Tarımsal üretim denince bitkisel ve hayvansal üretim ile bunların işlenerek değerlendirilmeleri anlaşılır.

Teknolojide ileri gitmiş ülkelerde üretim faaliyetlerinin her aşamasında teknolojilerin sağladığı yararlıardan büyük ölçüde yararlanılması birim üretim alanlarından elde olunan verimin ve kalitenin artmasına olumlu etkide bulunmaktadır. Son yıllarda bu ülkelerde tarımsal işlemlerin mekanizasyonu yanında işlemlerin kontrolü yine ileri teknolojinin ürünü olan bilgisayar sistemleriyle yapılmaktadır. Neticede bu ülkelerde plan ve programla yürütülen çalışmaların bilgisayar desteği sağlanarak üründe nitelik ve nicelik yanında verimliliğinde belirgin değerlerde artışı görülmektedir.

Bilgisayar teknolojisi son yıllarda hızlı artan bir şekilde hizmet ve üretim alanlarında kendini onaylatmıştır.

Tarımsal üretimde ise daha çok işletmecilik alanına girmiş, üretim planlaması ve programlamasına katkıda bulunmaya başlamıştır. Hatta son yıllarda tarım makineleri işletmeciliğine girerek tarım makinelerinden birim alan içinde en yüksek düzeyde yararlanmayı sağlayacak bilgileri kullanıcıların önüne sunmaya başlamıştır.

Yine bilgisayar teknolojisinin ileri olduğu ülkelerde tarım makineleri içinde ayrı bir yeri olan ve tarımda güç kaynağı olarak bilinen traktörlerde bilgisayar uygulamalarına geçilmiştir. Bilgisayar sistemi ile donatılan traktör hem kendi verimini yükseltirken, hem de daha önce hazırlanmış programa göre tarlada çeşitli tarımsal işlemleri rahat bir şekilde yapabilmektedir. Üzerinde araştırma çalışmaları sürdürülen bu

traktörler, robot traktörler haline getirilmiştir. Sürücü sadece kabinde sisteme komuta etmek, arızaların giderilmesine yardımcı olmak için bulunmaktadır.

Bu tip traktörler ile çalışmaya başlamadan önce arazinin en ince özelliklerine kadar her konu bilgisayar belleğine yüklenmekte, yapılacak tarımsal işlemin niteliği ortaya konulmaktadır. Bunun içinde ilk önce işlemlerin rahat anlaşılabilmesi için bilgi çatkısı olarak bilinen akış şeması oluşturulmakta ve akış şemasına göre haraket edilerek istenilen hususlar gerçekleştirilmektedir.

Nitekim böyle robot traktörler ile insan için yorucu ve zaman harcayıcı sürüm, ekim, hasat vb. işlemler rahatlıkla yapılabilmektedir. Ancak unutulmaması gereken husus insan tarlada yapılacak çalışmada yorulmamasına karşın, bilgisayar belleğini yükleme işleminde oldukça yorucu çalışmalar yapmak zorundadır. Fakat bu durumda teknolojinin ilerlemesi sonunda paket programlar sayesinde ortadan kaldırılacak özelliktedir.

Diğer tarım makineleri içerisinde biçerdöverlerde de bilgisayar uygulaması traktöre benzer şekilde yapılmaktadır. Ancak biçerdöver bilgisayar uygulaması pratiğe intikal etmiş durumdadır. Bunlarda biçerdöverlerin bütün işleyen organları bir kontrol mekanizması ile bilgisayara bağlanmakta, tarladaki çalışmada hem ürün kaybı en düşük seviyede tutulurken hem de elde edilen ürünün nitelik ve niceliği artırılmaktadır. Sonuçta hasat ve harman verimi ile toplam makina verimi yükseltilmektedir.

Bilindiği gibi biçerdöverler komplike tarım makinasıdır. Onu oluşturan her organın en ince kısmına kadar bilinmesi gerekmektedir. Her kısmında optimizasyonu verimliliğe doğrudan etkir. İşte bilgisayarın biçerdöverlerde kullanılması sonucu organların bütün görevleri ve organlar arası ilişkiler açık ve seçik olarak belleğe yüklenmesi ile istenilen verim artırıcı hususlar gerçekleştirilebilir.

Traktör, biçerdöver dışındaki diğer tarım makinelerinde ise bilgisayar kullanımı yok denecek kadar azdır. Ancak bu makinelerin işletmeciliğinde ve imalatında bilgisayarın kullanılması oldukça geniştir.

Son yıllarda makina imalatının büyük bir kolunu oluşturan tarım makineleri imalatı her yönden iyi bilinmesi zorunludur. Oluşabilen sorunların çözüme kavuşturulmasında yine bilgisayar teknolojisinden yararlanılabilir. Bu ise bilgisayara, diğer mühendislik çalışmalarında

olduğu gibi, tarım makineleri üreten fabrikalarda temel işlem gruplarında ve gruplar arası akışlarda zaman ve iş etüdünü sağlayacak verilerin yüklenmesi ile olur. Sonunda imalatta verimlilik yükselirken, kararlılık artar ve işçinin çalışması kolaylaşır. Kısa sürede tarım makinasının uygulamaya konması temin edilebilir.

Bilindiği gibi makina ile yapılan tarım, birim insan işgücünü azaltarak hızlı bir tempo ile tarımsal işlemleri yerine getirmede yardımcı olmaktadır. Her konuda olduğu gibi tarım makinelerinin kullanımında ekonomik esasların iyi irdelenmesi gerekir. Bu da ancak kullanılan tarım makinelerinin doğru seçimi ile mümkündür. Doğru seçim tarımsal kazançla doğrudan etkilediğinden, seçimde bilgisayar kullanılması ile istenilen hususlar gerçekleştirilebilir. Buna örnek olmak üzere çeşitli bitki deseni ve ekipmanlar altında en uygun traktör tipinin belirlenmesinde kullanılan akış şeması şekil 23'de verilmiştir.

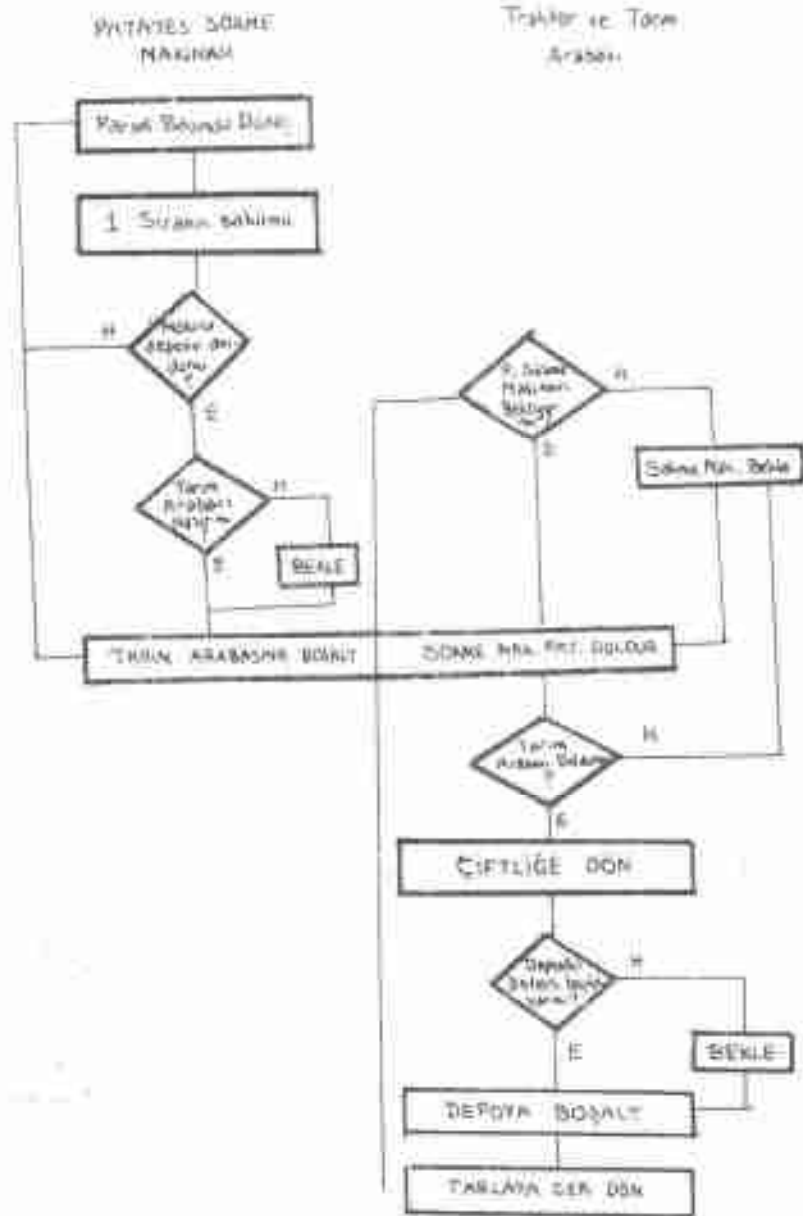
İhtiyaç uygun makina seçiminde, bilgisayar belleğine seçilecek makinanın belli başlı unsurları, tarımsal işletmenin o andaki durumu ile gelişme sürecindeki alacağı şekli yüklenir. Seçim kriteri olarak iş kapasitesi ve güç bakımından kullanıcının önüne birtakım seçenekler kapasitesi ve güç bakımından kullanıcının önüne birtakım seçenekler sunulur. Ayrıca o işletmenin yapısına en uygunu belirlenir.

Verimli ve rentabl çalışmayı sağlayacak makina ve alet seçiminde ise bilgisayarın kullanılması, en yaygın kullanım alanını oluşturur. Burada bilgisayara veri olarak yüklenen değerlerde ekonomik unsur ön planda tutulur. Veri ve çıktı değerlerinin karşılaştırılması sonucu ekonomik yargıya varılır.

Tarım makinelerinin diğer seçim kriterlerinden olan, sağlam tarım makinası seçimi, kullanım ve bakımskolay tarım makinası seçiminde bilgisayarın yaptığı görev sadece verilerin en uygununu ortaya çıkartmak şeklindedir.

Unutmamak gerekirken, bilgisayara verilen veri değeri ne kadar fazla ise, insanın bilgisayar kullanmadan yaptığı zamansal harcamanın o kadar kısalmasına neden olur. Yani işlemler çok kısa bir süre içinde kullanıcının önüne sunulur.

Zamanımızda bu hususlar ileri bilgisayar teknolojisine sahip olan ülkelerde geniş çapta uygulanmaktadır. Oysa Türkiye'de bilgi işlem uğraşlarının geçmişi 1927 yılına dayanmakla birlikte tarım kesiminde uygulamalara son beş yıl içinde geçilmiştir.



Sekil 23.

Ülkemizde son yılda hızlı bir gelişme gösteren Bilgi İşlem Merkezleri de sayısal olarak 1982 yılında 421 adede ulaşmıştır. Bu bilgisayarların % 71'i özel kesimde, % 29'u da kamu kesiminde kullanılmaktadır. Çizelge'de bilgisayarların kullanıldığı bilgi işlem merkezlerinin kullanım alanlarına göre dağılımı verilmiştir.

Çizelge ... Bilgi İşlem Merkezlerinin Kullanım Alanlarına Göre Dağılımı

Alan	Dağılım Sayısı (Tane)
Tarım ve Ormanlık	2
Okulun Sayısı (Marmara)	157
Üretim Sanayi	4
Elektrik, Gaz ve Su	7
Yapım Sanayi	30
Ulaştırma ve Hava Yolları	12
Ulaştırma, Haberleşme, Depolama	66
Mali Kurumlar	69
Toplum Hizmetleri	69

Çizelgenin incelenmesinden görüleceği gibi tarım ve ormancılık alanında henüz B.İ.M. kurulmamıştır. Ancak tarımsal alandaki bilgisayar uygulamaları geniş kitleye cevap verecek ölçekte olmayıp, araştırma bazında yürütülmektedir.

Bilindiği gibi bilgisayar teknolojisi insan beyine gücü desteği ile yarar sağlayabilen bir kullanım yöntemi getirmektedir. Yararlanma oranının artırılması ile eğitim, kültür, ekonomik standartlar, kullanılan yöntemler, insan gücü, örgüt yapısı, alt yapı, çevre vb. yan desteklerin bir araya getirilmesi sonucu olur. Onun için tarım kesiminde yukarıda anılan hususların bir bütün olarak ele alınması gerekir. Sonuçta tarımda da bilgisayarın etkin bir şekilde kullanılması sağlanabilir.

Ülkemizde 1978'lerden sonra ülkede kartlı bilgisayar sisteminden mikroişlemci bilgisayar sistemine geçişin hızlanması ile, tarımda da mikro bilgisayar destekli veri hazırlama teknolojisinin başladığı sövündüncü bir gerçektir. Hatta tarım makineleri dâhilinde bilgisayar uygulamasının üniversite bazında uygulama bazında doğru kaydedildiği görülmektedir.

Buradaki amaç, işlem görecekt bilgiler derlendikten sonra toplu olarak bilgi kayıt servisinde kartlara yada manyetik ortama kaydedilmesidir. Fakat bilgilerin zamanı bağılı olarak sürekli yenilenebilir

özellikle olmasına özen gösterilmesi zorunludur. Aksi durumda bilgilerin hiçbir değeri olmayacaktır. Sonuçta toplanan bilgilerin özellikle makina kullanımı konusunda yararlanması esas hedef seçilmiştir.

Sonuç olarak denilebilirki, ileri ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de bilgisayarın yaygın olarak kullanılmaya başlamasından sonra tarımda uygulamaya kısa sürede geçilebilmek için merkezi bir bilgi işlem merkezinin oluşturulması, tarımın ana kollarının bu işlem merkezine terminallerle bağlanması hatta ileri uygulamalarda paket programların hazırlanmasını kısa sürede uygulamaya girerek ülkemizin tarımsal gelişmesine önemli katkılarda bulunacaktır. Öte yandan bilgisayar biliminden tarımsal mekanizasyonda yararlanmanın en güzel yerini teşkil eden Tarım Makinaları İşletmeciliği alanı sayesinde tarımsal mekanizasyonda da sistemlerin verimlerinin optimizasyonu sağlanabilecektir.

8.1. Konu ile İlgili Örnek Programlar

ÖRNEK 1:

Günlük çalışmalarımıza hızla giren bilgisayar tarımda en çok işletmecilik unsurlarının belirlenmesine yardımcı olacak şekilde etkisini göstermeye başlamıştır.

Bilindiği gibi masraf hesapları iki grup altında toplanmaktadır. Bunlar;

- a) Sabit masraflar ya da temel masraflar
- b) Değişen masraflar ya da kullanma masraflarıdır.

Her ikisi de masraf elemanlarından oluşmaktadır. Bu bilgilerin ışığı altında bilgisayar programı yazılımı şu şekilde başlatılır.

5 GRAPHICS 0

10	?	"TARIM İŞLETMELERİNDE MAKİNA KULLANMA MASRAFLARININ BU- LUNMASI"
20	?	"XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX"
30	?	
40	?	"By Yard. Doç. Dr. Bülent EKER"
50	?	"Tekirdağ-1986"

60 ? "XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX"

70 REM SABİT MASRAFLARIN BULUNMASI

Tarım makinelerinde sabit masraflar

- a) Amortisman
- b) Faiz
- c) Muhafaza
- d) Sigorta ve vergi

elemanlarından oluşmaktadır.

Amortisman hesaplanmasında en çok bilinen ve kullanılan yöntem "Doğrusal Hız Yöntemi" olup; makina ya da aletin satınalma bedelinin kullanma süresine bölünmesi ile bulunur. Faiz ise yıllık faiz oranına ve alet ya da makinanın bedeline bağlıdır. Yıllık faiz oranının uygulanmasında ise kanunu faiz oranının yarısı dikkate alınır. Buna neden tarım alet ve makinelerinin genelde yılın 6 ayında kullanılmasıdır. Muhafaza masraflarında ise traktör, biçerdöver gibi makineler için makinanın yeni değerinin % 1'ini, diğer aletler için ise yeni değerinin 0.5 i alınır. Sigorta ve vergi masraflarında yıllık değerleri gözönüne alınır. Bu bilgilerden yararlanarak program şu şekilde yazılmaya devam edilir.

80 ? Makinanın cinsi nedir?

90 INPUT MCS

100 IF MCS = TRAKTÖR THEN T = 10, MO = 0.01, W = 1/8, R = 1, N = 10000

110 IF MCS = ROMORK THEN T = 15, MO = 0.005, W = 1/30, R = 0.7, N = 6000

120 IF MCS = PULLUK THEN T = 10, MO = 0.005, W = 1/4, R = 1.3, N = 2000

130 IF MCS = TIRMIK THEN T = 15, MO = 0.005, W = 1/10, R = 1.0, N = 2000

140 IF MCS = KULTUVATOR THEN T = 10, MO = 0.005, W = 1/10, R = 1.0, N = 2000

150 IF MCS = MERDANE THEN T = 20, MO = 0.005, W = 1/20, R = 0.5, N = 2000

160 IF MCS = EKİM MAKİNASI THEN T = 15, MO = 0.005, W = 1/5, R = 0.8, N = 2000

```

170 IF MCS = GÜBREDAGITICI THEN T = 15, MO = 0.005
      W = 1/20, R = 0.5, N = 1000
180 IF MCS = POMPA THEN T = 15, MO = 0.005, W =
      1/20, R = 0.8, N = 2000
190 IF MCS = PULVERİZATÖR THEN T = 10, MO = 0.005,
      W = 1/5, R = 1.0, N = 1000
200 IF MCS = ÇAYIRHIÇME MAKİNASI THEN T = 10,
      MO = 0.005, W = 1/2, R = 1.0, N = 2000
210 IF MCS = HARMAN MAKİNASI THEN T = 15, MO =
      0.005, W = 1/50, R = 0.5, N = 6000
220 IF MCS = BIÇERDÖVER THEN T = 10, MO = 0.01,
      W = 1/10, R = 1.0, N = 2000
230 ? " Makinanın Satın Alınma Bedeli (TL olarak) ve YILLIK
      FAİZ ORANI"
240 INPUT A, I
250 AMO = A/T : FA = (A/I) * I : MUH = MOXA
260 ? "Sigorta ve Vergi Miktarı (TL Olarak)"
270 INPUT SV

```

Bu aşamadan sonra değişen ya da kullanma masraflarının devreye alınması gerekmektedir. Bilindiği gibi bu tip masraflar:

- Bakım masrafı
- Onarım masrafları
- Yakıt, yağ ve yardımcı maddeler masrafı
- Personel masraflarıdır.

Bakım masrafı her makina için farklı olmasına rağmen genel olarak traktörlerde, biçerdöverlerde 8 çalışma saati başına 1 saat bakım zamanı dikkate alınarak bulunabilir. Ancak burada bakım yapan işçinin saatlik ücretinin bilinmesi gerekmektedir. Onarım masrafları ise makinanın yenilik derecesine ve makinanın kullanım sürelerine göre değişiklik gösterir.

Yakıt masrafı; yakıtın birim fiyatı ve kullanılan güç ile ilgilidir. Yağ masrafı ise yakıt miktarının (dizel traktörlerde) % 4-4.5 olan yağ tüketimini birim fiyatı ile çarpımı ile bulunur. Personel masrafı her işlem için gerekli insan işgücü saati ile işçinin saat ücretinin çarpımı ile bulunur.

Bu verilere dayanılarak program şu şekilde yazılır.

```
280 REM KULLANMA MASRAFLARININ BULUNMASI
290 ?"Bakım yapan işçinin saat ücreti"
300 INPUT L
310 B = W*L : OM = (A / N)*R
320 ?"Traktör gücü, yakıt ve yağm birim fiyatı"
330 INPUT N, YAK, YAG
340 YAKMA = 0.14*N*YAK : YAĞMA = 0.04*YAKMA
350 ? "Personel başına saatlik ücret"
360 INPUT PERMA
370 REM TOPLAM MASRAFLARIN BULUNMASI
380 GRAPHICS 0
390 POSITION 8,8 : ? "TOPLAM MASRAFLAR"
400 POSITION 8, 10: ? "-----"
410 SABMA = (AMO + FA + MUH + SV)/N
420 KULMA = (B + OM + YAKMA + YAĞMA + PERMA)
430 POSITION 8, 12: ? "1. SABİT MASRAFLAR ="; SABMA
440 POSITION 8, 14: ? "2. KULLANIM MASRAFLARI =";
    KULMA
450 POSITION 8,16: ? "3. TOPLAM MASRAF ="; SABMA +
    KULMA
460 END
```

ÖRNEK 2:

Sistem analizinde çoğunlukla kullanılan matris sistemler için düzenlenen aşağıdaki programda iki matrisin çarpımının bulunması bilgisayar yardımı ile olabilmektedir. Örnek programda matrisler A ve B, sonuç matrisi ise C'dir. Kullanılan boyutlar 10 x 10'dur. Ancak 10 uncu satırda boyutları değiştirebiliriz. Program ilk önce matrislerin boyutlarını istemektedir. Boyutlar N, M, L olarak verilecektir. Matris çarpımında dikkat edilecek, çok önemli nokta: A'nın sütun sayısı ile B'nin satır sayısının eşit olmasıdır.

```
1 REM
2 REM   MATRİS ÇARPIMI PROGRAMI
3 REM   By Yard. Doç. Dr. B. EKER
```

```

4 REM      1987
5 REM
10 DIM A (10, 10), B (10, 10), C (10,10)
11 PRINT CHR $ (125)
12 ? "MATRİSLERİN BOYUTLARINI VERİNİZ"
13 ? "A (N, M), B (M, L)"
20 INPUT N,M,L
22 GR.Ö
25 ? "A MATRİSİNİN ELEMANLARINI VERİNİZ"
30 FOR I = 1 TO N
40 FOR J = 1 TO M
50 INPUT SAYI
60 A (I, J) = SAYI
70 NEXT J : NEXT I
75 GR. Ö
80 ? "B MATRİSİNİN ELEMANLARINI VERİNİZ"
85 FOR I = 1 TO M
90 FOR J = 1 TO L
100 INPUT SAYI: B (I, J) = SAYI
110 NEXT J: NEXT I
120 FOR I = 1 TO N
130 FOR J = 1 TO L
140 C (I, J) = 0
150 FOR K = 1 TO M
160 TOP = A (I, K) * B (K, J)
170 C (I, J) = C (I, J) + TOP
180 NEXT K: NEXT J: NEXT I
185 ? CHR $ (125)
190 ? "ÇARPIM MATRİSİ"
195 SAT = 0
200 FOR I = 1 TO N
205 COL = 5
210 SAT = SAT + 2
220 FOR J = 1 TO L

```


230 COL = COL + 5
240 POS, COL, SAT
260 NEXT J; NEXT I
270 END

ÖRNEK 3:

GÜNEŞLİ SU ISITICILARININ BİLGİSAYAR YARDIMI İLE PROJELENDİRİLMESİ

Bilgileri elektronik olarak düzenleme ve sorunları mantıklı ve en iyi şekilde çözebilmek yeteneğine sahip bilgisayarlar; artık günlük uğraşlarımız alanına hızla girmiş, kendisine verilen bütün doneleri sistemli bir şekilde işteğe sunabilmektedirler.

Özellikle mühendislik hizmetlerinde uzun süren hesaplamalar artık bilgisayar sayesinde minimize edilmiştir.

Öte yandan sınırlı olan doğal enerji kaynaklarına yenilenebilir nitelikteki sistemlerin (jeotermal, güneş enerji, biyoma, vb) yardımı olması enerji sorununun hafiflemesine neden olmaktadır. Ancak bu sistemlerin birtakım sorunlarının da bulunduğu unutulmamalıdır.

Bu sorunları güneş enerjisi yönünden irdeleyecek olursak şu hususlar karşımıza çıkmaktadır.

- a) Yöresel kısıtlamalar
- b) Teknik kısıtlamalar

Yöresel kısıtlamalar direk olarak güneş ışınımı şiddeti değeri ile ilgilidir. Ancak bunun yanında tüm meteorolojik faktörler dikkate alınmalıdır.

Teknik kısıtlamalar ise günümüz teknolojinin seviyesi ile ilgilidir.

İşte bu iki kısıt faktörü birlikte değerlendirilerek güneş enerjisinden faydalanma emsali ortaya çıkarılabilmektedir. Bunlara ek olarak örneğin yurdumuzda ortalama 264 Oh/yıl kapasiteli güneşlenme süresi ve 290 W/m² lik toplam güneş ışınımı yıllık ortalaması olduğu dikkate aldığımızda etkinliğin derecesi daha iyi anlaşılabilecektir.

Ancak böyle kısıtlamalar beraberinde birçok seçeneği birlikte getirmektedir. Bu seçeneklerden en iyisini en kısa zamanda ortaya koyma-

çak yeni sistemlerdir. Bunlar içinde de muhakkak ki en güvenilirleri bilgisayarlardır.

İşte bu düşünce ile aşağıda bir güneş kolektörünün su ısıtma amacı için kullanıldığında gerekli donelerin bilgisayar yardımı ile bulunabilmesi için açıklamalı program yazılımı yapılmıştır. Programı BASIC dilinde düzenlenmiştir.

AÇIKLAMALI PROGRAM YAZILIMI

```
10 GR. 0
15 POS. 8.4
20 ? "XXXXXXXXXXXXXXXXXX"
30 POS. 8.6
40 ? "GÜNEŞLİ SU ISITICI PROJE DEĞERLERİ"
50 POS. 8.8: ? "By Yard. Doç. Dr. Bülent EKER"
55 POS. 8.610
60 ? "XXXXXXXXXXXXXXXXXX"
70 POS. 8.12
80 ? "MENU"
90 POS. 8.14: ? 1. TOPLAM GÜNEŞ İŞİNİMİNİN BULUNMASI"
100 POS. 8.16: ? 2. SICAK SU İHTİYAÇI İÇİN GEREKLİ İŞİNİN BULUNMASI"
140 POS. 8.18: INPUT I
150 IF I = 1 THEN GOTO 200
160 IF I = 2 THEN GOTO 270
200 ? "HANGİ ENLEM DERESESİ VE"
210 ? INPUT ED
220 IF ED = 36 THEN QT = 4800, S = ED - 15, R = 1, 056
230 IF ED = 38 THEN QT = 4700, S = ED - 17, R = 1, 060
240 IF ED = 40 THEN QT = 4300, S = ED - 18.5, R = 1, 075
250 IF ED = 42 THEN QT = 3300, S = ED - 20, R = 1, 083
```

Burada QT yatay silzeleme gelen toplam güneş ışıması ortalamasıdır. S olarak verilen değerler mevsime ve enlem derecesine bağlıdır.

dır. Yine QT ve S olarak verilen değerler Haziran-Temmuz-Ağustos ayları için geçerlidir. Eğer bütün yıl dikkate alındığında bu değerler şu değerlere dönüşür.

ED	QT	S
36	3100	ED-33
38	3000	ED-34
40	2600	ED-36
42	2100	ED-38

Buna göre yazılımda değişir.

Bilindiği gibi eğik konumdaki toplayıcı düzlemine gelen toplam güneş ışıması $Q_{t,em} = Q_{t,yans} \times R$ (kcal/m^2_{em}) ile bulunur.

Burada :

R : Dönüşüm faktörüdür ve enleme, mevsime ve S toplayıcı eğim açısına bağlı olarak değişir. Programa sadece 15°'lik toplayıcı eğim açısı altındaki değerler verilmiştir.

$$260 \text{ QTE} = \text{QT} \cdot R$$

$$265 \text{ NM} = 0,50; \text{NT} = 0,65$$

$$270 \text{ QFA} = \text{QTE} \cdot \text{NT} \cdot \text{NM}$$

Burada QFA = Kullanım yerindeki suyun faydalı ısıdır. NTM ise küçük tesisatlarda 0,40 - 0,66 arasında büyük tesisatlarda 0,50 - 0,80 alınabilir. Ancak programda NM = 0,50 alınmıştır. NT değeri de Haziran-Temmuz-Ağustos ayları için kolektör verimi 0,65 iken bütün yıl için değerlendirilmede 0,40'a düşer. Bu değer kolektör cinsine de bağlıdır.

270 REM SICAK SU İHTİYACI İÇİN GEREKLİ İSİNİN BULUNMASI

280 ? "GÜNLÜK SICAK SU GEREKSİNİMİ NEDİR"

290 INPUT M

300 ? "ISITILMASI İSTENEN SU SICAKLIĞI VE ŞEBEKE SUYU SICAKLIĞI"

305 INPUT TW, TŞ

310 Q GER = (TW-TŞ)*M

Günlük sıcak su gereksinmesi belirlenirken şu hususlara dikkat edilir.

- I. Konutlarda Ortalama kişi başına 50 lt/gün
- II. Otel-Pansiyon vb ortalama kişi başına 100 lt/gün
- III. Endüstri Tesislerinde ortalama kişi başına 50 lt/gün

almır.

Eğer seraların ısıtılması amacıyla güneş kolektörleri kullanılmıyorsa o durumda ser içinde bulunan ısıtma sisteminin gereksindiği su miktarı dikkate alınır.

```
120 REM GEREKLİ TOPLAYICININ YÜZEY HESABI
330 FK = QGER /QFA
340 REM SICAK SU DEPOSU HACMI
350 V = 0,06 * FK
360 REM DEVİRDAİM POMPASI DEBİSİ
370 G = FK
380 ? "KULLANILAN KOLLEKTÖRLER KAÇ METRE-
KABELİK"
390 INPUT ME
400 X = FK /ME
410 ? "XXXXXXXXXXXXX"
420 ? "PROJE DEĞERLERİ"
430 ? "GEREKLİ TOPLAYICI YÜZEY ALANI --" ; FK
440 ? "SICAK SU DEPOSU HACMI --" ; V
450 ? "DEVİRDAİM POMPASI DEBİSİ --" ; G
460 ? "KOLLEKTÖR SAYISI --" ; X
470 ? "XXXXXXXXXXXXX"
480 END
```

ÖRNEK 4:

SERLERDE ISITMA YÜKÜNÜN BİLGİSAYAR YARDIMI İLE SAFTANMASI

Tarım geniş bir deyimle üstü açık bir üretim fabrikası olduğuna göre yeni gelişmelerden etkilenmemesi mümkün değildir. Bu nedenle bilgisayar uygulamaları tarımda da muhakkak ki kullanılan ve kullu-

nisacak uygulamalardır. Genelde işletmecilik alanlarında halen uygulama bulan bilgisayar, teknik hesaplamalarında mühendislik hizmetleri içine girmiştir.

İşte bu bilim altında serilerde uzun hesaplamaları gerektiren ısıtma hesapları için BASIC dilinde bir program gerçekleştirilmiştir. Programlamada temel kaynak olarak DIN 4701'e göre ısıtma yükünün bulunması ele alınmıştır. Bu nedenle konunun iyi anlaşılabilmesi için programlanmanın nasıl yapıldığı ve program yazılım kısmı kısım verilmiştir.

AÇIKLAMALI PROGRAM YAZILIMI

Bilindiği gibi DIN 4701'de ısıtma yükü iki kısımda hesaplanır. Bunlar.

- A. Minimum Isıtma Yükünün Bulunması
- B. Maksimum Isıtma Yükünün Bulunması

Minimum ısıtma yükünün hesabında serin kurulması düşünülen yörede en düşük aylık ortalama sıcaklık, max ısıtma yükünün bulunmasında kurulması düşünülen yörede en soğuk ay içindeki en düşük günlük ortalama sıcaklık göz önüne alınmalıdır. Programlama başlangıcında kullanıcıya min. yada max ısıtma yükünün bulunmasını istendiği sorular, Bununla ilgili komutlar verilir.

5. GRAPHICS 0

```
10 PRINT "KURULMASI DÜŞÜNÜLEN SERDE İSTEĞİNİZ"  
20 PRINT "1. MİNİMUM ISITMA YÜKÜNÜN BULUNMASI"  
30 PRINT "2. MAXIMUM ISITMA YÜKÜNÜN BULUNMASI"  
40 INPUT M  
50 IF M = 1 THEN 100  
60 IF M = 2 THEN 200  
70 IF M 2 THEN 600  
100 PRINT "EN DÜŞÜK AYLIK ORTALAMA SICAKLIK"  
110 INPUT TA
```

Ser içinde yetiştiriciliği yapılan ser bitki çeşidi farklı olmakla birlikte genelde ekonomik üretime domates, biber ve hıyar yetiştiriciliği uygun olduğu düşünülürse bunlar için mevaimler ortalaması olarak istedikleri sıcaklık derecesi 20°C olduğu varsayılır.

$$120 \text{ TGL} = (0,43 * (20 - \text{TA}) + \text{TA}) + 273$$

130 GOTO 240

200 PRINT "EN DÜŞÜK GÜNLÜK ORTALAMA SICAKLIK"

220 INPUT TA

230 GOTO 120

Bu aşamada yapılması düşünülen serin taban yerleşme yada yetiştiricilik yapılacak iç kısmın alanı sorulur.

240 PRINT "SERİN TABAN ALANI NE KADARDIR?"

250 INPUT AB

$$260 \text{ QSB} = 5,3 * \text{AB} * (2,93 / 4) - (\text{TGL} / 100) / 4$$

$$260 \text{ OSB} = 5,3 * \text{AB} * (2,93 / 4) - (\text{TGL} / 100) / 4$$

Böylece topraktan cama doğru ısıma ile ısı akımını W cinsinden buluruz. Bu değer ve serin toplam cam alanı dikkate alınarak ısı taşınım katsayısı (konveksiyon) bulunur.

270 PRINT "SERİN TOPLAM CAM ALANI NE KADARDIR?"

280 INPUT AGL

$$290 \text{ XSB} = \text{QSB} / \text{AGL} * (20 - \text{TGL})$$

Bundan sonra ısıtma sisteminden cama ısıma yoluyla verilen ısı W cinsinden bulunur. Burada ısıtma sisteminin sıcaklığının genelde 45°C yada 318 K olacağı dikkate alınır.

$$300 \text{ QSB} = 5,3 * (\text{AGL} / 6,6) * ((3,18 / 4) - ((\text{TGL} / 100) / 4))$$

Daha sonra ısıtma sisteminin görülebilir ısı taşınım katsayısı bulunur.

$$310 \text{ XSR} = \text{QSR} / \text{AGL} * (20 - \text{TGL})$$

Borulu ısıtma sistemlerinde, ser içerisindeki toplam ısı taşınım katsayısının bulunması esasına göre

$$320 \text{ XI} = \text{XSB} + \text{XSR} + \text{XSR} + 4,4$$

yazılabilir. Öte yandan dış ısı taşınım katsayısı ise rüzgâr hızına ve cam yüzeyinden atmosfere olan ısı taşınım katsayısına bağlı olduğundan

```
330 PRINT "KURULMASI DÜŞÜNÜLEN YERDEKİ OR-  
TALAMA RÜZGAR HIZI"  
340 INPUT V  
350 XA = 3.3 * V + 9.3
```

yazılır. Serden atmosfere olan toplam ısı iletim katsayısı; cam malzemenin ısı taşınım katsayısı, serde kullanılan camın kalınlığı ile etkilenmektedir.

```
360 PRINT "SERDE KAÇLIK CAM KULLANIYORSUNUZ  
(M OLARAK)"  
370 INPUT B  
380 K = 1/(1/XI + 0/1.11 + 1/XA)
```

Eğer soğuk rüzgârın yalamasında dikkate alırsak;

```
390 KL = 0.19 * V  
400 KI = K + KL
```

Serden kaybolan toplam ısı miktarı ise,;

```
410 QK = AGL * KI * (20-TA)
```

şeklinde yazılarak bulunabilir. Bilindiği gibi serlerde doğal olarak kazanılan kazanç ısılarında bulunmaktadır. Bunlar 1. sero gelen güneş enerjisi 2. Geceleri bitkilerin yaydıkları enerjidir.

```
420 PRINT "ÇATI ALANI NE KADARDIR"  
430 INPUT A  
440 PRINT "ORTALAMA GÜNLÜK GÜNEŞ RADYASYON  
YOĞUNLUĞU"  
450 INPUT IO  
460 QA = IO * A * 0.69  
470 PRINT "GÜNEŞLENME SÜRESİ DIŞINDAKİ GÜNLÜK  
SÜRE"  
480 INPUT T  
490 QI = 180 * T * A
```

Bulunan kazanç ısılar kayıplardan çıkarılırsa serin ısıtma yükü

$$500 \quad Q = Q_K - Q_A - Q_I$$

510 PRINT "TOPLAM ISITMA YÜKÜ = "; Q; PRINT
"KCAL/GÜN"

Boru şebekesinin hesaplanması için; (demir boru)

$$520 \quad FR = (Q/K) \times 25$$

530 PRINT "BORULU ISITICININ ALANI = "; FR;
PRINT " metrekare"

Kullanılırken demir borunun çapının 70 mm olduğu dikkate alınarak

$$540 \quad L = (FR / 0.07) \times 3.14$$

550 PRINT "BORU UZUNLUĞU = "; L; PRINT " metre"

$$560 \quad VW = 0.07 \times 0.07 \times 3.14 \times L / 4$$

570 PRINT "BORU İÇİNDEKİ DOLAŞAN SU HACMI = ";
VW; PRINT " metreküp"

600 END

yazılarak program yazını biter. RUN komutu ile program çalıştırılarak gerekli bilgiler girilerek istenilen sonuca kısa sürede varılabilir.

KAYNAKLAR

- Akınoran, M. *İşyeri Tertibi ve Tesis Plânlaması*. İ.T.Ü. Makina Fakültesi.
- Akın, F., *Endüstri İşletmeciliği*. Ders Notları. İ.T.Ü. İstanbul.
- Aran, S., 1985 *Tarımda Yöneylem Araştırması Yöntemleri*, T.Ü. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Yayın No: 85/7, TEKİRDAĞ
- Bartus, R. 1974. *İş Etüdümüle Yeni Ufuklar*. Verimlilik Dergisi Cilt: 3, Sayı: 4.
- Barnes, R.M. *Motion and Time Study* John Wiley.
- Beneke, R.R., Winterboer, R. 1973. *LP Applications to Agriculture* The Iowa State University Press, AMES
- Benli, E. 1980. *Ziraat Mühendisliği Alanında Sistem Analizi Yöntemlerini Uygulama Olunakları*. Tarım ve Mühendislik. Ziraat Mühendisleri Odası Yayın. Yıl: 1 Sayı: 2.
- Bonini, C.P., 1963, *Simulation of Information and Decision Systems in the Firm*. Prentice Hall, Inc. Englewood Cliffs. New Jersey.
- Böyüköğlü, H. 1982 *Aksaray Yüresine Uygun Tarım Makineleri Optimizasyon Modeli Üzerinde Bir Araştırma*, Ankara.
- Canover, W. *Human Engineering Guide*, University of California Press.
- Carson, G.B. *Production Handbook*, Ronald Press.
- CH Orfas, D.N. 1965. *Systems and Simulation*. Academic Press, New York.
- Cleland, D.L William, R.K. 1968. *Systems Analysis and Project Management*. McGraw-Hill Book Co. New York.
- Cooper, L., Steinberg, D., 1974. *Methods of an Applications of LP* W.B. Saunders Company, Philadelphia.

- Damon, S. *Mc Fairland: The Human Body in Equipment Design*. Harvard University Press.
- DeMosi, R.J. 1969. *An Introduction to Business Systems Analysis*. Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts.
- Deutsch, R. 1969. *System Analysis Techniques*. Prentice-Hill, Inc. Englewood, Cliffs, New Jersey.
- Eker, B. 1980. *Tarım Makinaları İşletmeciliğinde Simpleks Metodunun Uygulanması Üzerine Bir Örnek*, Ankara.
- Eker, B. 1986. *Tarım Makinaları İmalatında Organizasyonun Sağlayacağı Yararlar*. Hayrabolu Eğitim Semineri., Tekirdağ.
- Eker, B. 1985. *Tarım Makinaları İşletmeciliğinde Bilgisayar Kullanımı*, Dünya Gazetesi 22 Nisan 1985 Özel Eki, İstanbul.
- Eker, B. 1984. *Bilgisayar Biliminden Tarımsal Mekanizasyonda Nasıl Yararlanılır*. 2. Uluslararası Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Sempozyumu, Ankara
- Evren, R. 1981. *Grafik Planlama ve Sistem Analizi Ders Notları* İ.T.Ü. Makina Fakültesi, İstanbul
- Hillier, S.F., Lieberman, J.G., 1970. *Introduction to Operations Research* Holden-Day, INC, San Francisco.
- International Labor Office (ILO) Introduction to Work Study, İ.Ü. İşletme Fakültesi Dergisi, İ.Ü. İşletme Fakültesi, Beyazıt İstanbul
- Karuyalçın, İ. 1973. *Sanayi Mühendisliğine Giriş*. İ.Ü. İşletme Fakültesi İ. İktisadi Enstitüsü, XIX İstanbul.
- Karuyalçın, İ. 1974. *Üretim Yönetimi ve Teknikleri*. İ.Ü. İşletme Fakültesi İşletme İktisadi Enstitüsü, 23 İstanbul.
- Karuyalçın, İ. 1979 *Hareket Araştırması (Yöneyim Araştırması)* İ.T.Ü. Kütüphanesi Sayı 1132, İstanbul.
- Karuyalçın, İ. *Fabrika Organizasyonu*, Çağlayan Kitabevi, İstanbul.
- Kasap, A. 1983, *PERT Tekniği ve Tarım Enstitüsünde Kullanma Alanları*, MPM Dergisi 1983/4, Ankara
- Kobu, B. 1977. *Üretim Yönetimi*. İ.Ü. İşletme Fakültesi İşletme İktisadi Enstitüsü 23, İstanbul
- Koçer, M. *Fabrika Organizasyonu ve Dizayni*, Güven Kitabevi Yayınları
- Korukçu, A. 1980. *Sistem Analizi Ders Notları*, A.Ü. Ziraat Fakültesi Kültürteknik Bölümü, Ankara

- MPM, Ergonomi Yayın No: 211.
- Maynard, H.B. *Industrial Engineering Handbook*, Mc Graw-Hill Book Co.
- Özok, A.F., *İş Etüdü ve Ergonomi*, İ.T.Ü. İstanbul.
- Özok, A.F., *İş Etüdünde İnsan Performansının İşbirimsel Açıdan Analizi*, TÜBİTAK VI. Bilim Kongresi Tebliği.
- Özok, A.F. 1977. *İş Sistemlerinin Tasarımı ve Durum Değişiklerinde İncelenmesi*, İ.T.Ü. Makina Fakültesi-İstanbul
- Ölmez, H. 1984. *Örneklerle Basic Bilgisayar Programlama Dili*, Gaye Matbaası, Ankara
- Özer, F.A. 1986. *Atari Basic Kullanım ve Programlama*, Bayaz Tın A.Ş. Ankara.
- Sarıoğlu, H. 1986. *Kaynak Dağılımında Doğrusal Programlama*, SBF Yayınları, 553. Ankara
- Sevk ve İdare Dergisi, Meclis-i Mebusan Cad. 323. Orya Han 7, İstanbul.
- Şimşek, G. 1974. *Sanayi Mühendisliğinin Gittikçe Artan Önemi*, Verimlilik Dergisi, Cilt: 4, Sayı: 1.
- Schreber, M.L. 1983. *Advanced Programming Techniques For Your Atari*, London.
- Tayanç, T. 1973. *Sanayileşme Sürecinde 50. Yıl*, Milliyet Yayınları 8.
- Tunalıgil, B.G. 1982. *Ziraat Makinaları İmalat Organizasyonu*, A.Ü. Ziraat Fakültesi Ders Notu 85, Ankara.
- Tunalıgil, B.G. 1984. *Tarımsal Mekanizasyonda Sistem Analizi*, A.Ü. Ziraat Fakültesi Tez No: 117, Ankara.
- Tunalıgil, B.G. ve B. Eker, 1985. *Tarım Makinaları İmalatında İş Akışını Etkileyen Unsurlar*, Yöneyim Araştırması X, Ulusal Kongresi, İzmir.
- Tunalıgil, B.G. ve R. Okursoy, 1984. *Pulverizatör Yapım İşlerinde İş Akışını Etkileyen Unsurlar*, Ankara.
- Vaughn, R.C. *Introduction to Industrial Engineering* Iowa State University Press, Ames.

- Dinçer, H. 1976. *Tarım İşletmelerinde Makina Kullanma Masrafları*, TZDK Mesleki Yayınları, Ankara.
- Kadayıfçılar, S. ve H. Dinçer, 1972. *Ziraat Makinaları İşletmeciliği Cilt II*, A.Ü.Z.F. Yayınları No: 489, Ankara.
- Kadayıfçılar, S. ve G. Yavuzcan, 1969. *Ziraat Makinaları İşletmeciliği Cilt I*, A.Ü.Z.F. Yayınları No: 364, Ankara.
- Sungur, N. 1974. *Tarım Makineleri İşletme Tekniği*, E.Ü. Z.F. Yayınları No: 215, İzmir.
- Yengül, C. 1987. *Bilgisayar Kırsal Yatırımları*, Ankara.



ISBN 975-482-387-1