

37039

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

ZAMAN PLANLAMA TEKNİKLERİ
VE
BİR UYGULAMA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TİMUR RENK
917720

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
KÜMANTASI

Tez Danışmanı : Yrd.Doç.Dr. İsmail DALAY

İSTANBUL 1994

TEŐEKKÖR

Bu yüksek lisans tezini büyük bir titizlikle yöneten ve beni yönlendiren Danışman Hocam Sayın Doç. Dr. İsmail DALAY'a ve bana her zaman destek ve yardımcı olan eşim Afıtap AKTAN'a sonsuz teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

ÖZET

Bu çalışmanın amacı; hızla ve sürekli olarak gelişen günümüz Dünya'sında ayakta kalabilmek ve bu sürate yetişebilmek için tüm yöneticilerin farkında olduğu zaman kavramına, planlamaya ve bilimsel yaklaşımla zaman planlama tekniklerine bir kez daha dikkat çekmek, ortaya koymak ve açıklamaktır.

Üç bölümden oluşan çalışmanın birinci bölümü zaman kavramının önemini, etkileşimlerini; ikinci bölüm GANTT, CPM ve PERT'i içeren zaman planlama tekniklerini, üçüncü bölüm ise uygulamalı bir örneği içermektedir.

Birinci bölümde zamanın önemi ortaya konarak nitelikleri, nicelikleri açıklanmış, zamanın stres, sorumluluk ve liderlik tipleri ile etkileşimleri ve yöneticilere tavsiyelere yer verilmiştir.

İkinci bölümde GANTT, CPM, PERT metodları örnekler ile ortaya konarak açıklanmıştır.

Üçüncü bölümde ise uygulamalı bir örnek sunulmuştur.

İÇİNDEKİLER	SAYFA
GİRİŞ	1
BİRİNCİ BÖLÜM	2
1.ZAMAN	3
1.1. Zamanın Önemi	3
1.2. Zamanın Karakteristikleri	4
1.3. Zamanın Niteliği	5
1.4. Zamanın Analizi	5
1.5. Zaman Yönetimi ve Lider Tipleri	9
1.6. Planlamanın Önemi	9
1.7. Planlamaya Sistematiik Yaklaşım	11
1.8. Stres ve Zaman Yönetimi	13
1.9. Zaman Yönetiminde Başarılı olmada 20 Adım	13
1.10. Yönetseel Zaman Kavramı ve İşletmelerin Etkenliğı	15
1.11. Yönetseel Zamanın Etkenliğini Düşüren Nedenler	18
1.12. Zaman ve Sorumluluk	19
1.13. Zaman Tuzağına Yakalanmama Çareleri	24
İKİNCİ BÖLÜM	29
2.ZAMAN PLANLAMA TEKNİKLERİ	29
2.1. GANTT	29
2.1.1. Gantt Şeması	29
2.1.2. Gantt Şemasındaki Sorun	31
2.1.3. Gantt Şemasında Kritik Yolun Bulunması	34
2.1.4. Gantt Şemasına Bollukların Bulunması	34
2.1.5. Sınırlanmış Gantt Şeması	35
2.1.6. Zamanın Ölçümlü Gantt Şeması	37
2.2. CPM	40
2.2.1. Genel Bilgiler	40
2.2.2. En Erken ve En Geç Tamamlanma Zamanları	41
2.2.3. E ve G'nin Anlamı	43
2.2.4. Kritik Yörüngeinin Belirlenmesi	46
2.2.5. Kritik Yörüngeinin Matris Yöntemi ile Belirlenmesi	52
2.2.6. Faaliyetlerin Bollukları	59
2.2.7. En Erken ve En Geç Başlama Zamanlarının Bulunması	64
2.2.8. Projeye Etki Eden Dış Etkenler	66
2.2.9. Kritik Yörünge Diagram ile GANTT Diagramı İlişkileri	72

2.3. PERT	77
2.3.1. Genel Kavramlar	77
2.3.2. Belirsiz Faaliyet Sürelerinin Tahmini	78
2.3.3. İstatistik Kavramlar	82
2.3.4. Ağ Diagramının Kurulması ve Kritik Yörünge'nin Belirlenmesi	83
2.3.5. Herhangi Bir Düğüm Noktasının T_s Zamanında Tamamlanma Olasılığının Hesabı	90
2.3.6. Kritik Olmayan Yörüngelerin Düğüm Noktalarının Tamamlanmasına Etkileri	93
2.3.7. Proje Süresinin Değiştirilmesi	95
2.3.8. En Güvenli Yatırım Süresinin Bulunması	98

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM	100
UYGULAMALI ÖRNEK	100
SONUÇ	103
BİBLİYOGRAFYA	104

Giriş

Bir yöneticinin yönetim amacına ulaşabilmesi için bir çok faaliyeti birbirleriyle ilişkili olarak ard arda düzenlemesi ve gerçekleştirmesi gerekmektedir. Günlük hayatınızda bile düşünebileceğimiz sıralı faaliyetler zincirini oluşturma kavramını bilinçsiz olarak yapıyor olsak da bir yönetici olarak bir geminin yapımı, bir siparişin planlanması ve programlanması, köprü, fabrika inşaatı, bir eğitim programının uygulanması için bir yöntem gereksinme duyarız. Bu işlerde de sonucu elde etmek için birbirini takip eden birçok işlem vardır.

Yöneticinin amacına ulaşabilmesi için tüm faaliyetlerini gerçekçi bir sıraya ve süreye oturtması planlama ve programlama; tüm bu planlama ve programlamanın eksiksiz yürütülmesine de kontrol adı verilir.

Zamanımızdaki tüm insanlar gibi hatta fazla olmak kaydıyla yöneticilerin en büyük sorunlarından biri zamandır. Çünkü zaman herkesin kendisinde mevcuttur ve kredi gibi yollarla temin edilmesi de olanaksızdır. Bunu gözönüne aldığımızda planlama, programlama ve kontrolün önemi daha fazla ortaya çıkmaktadır. Sadece bu sayede zamanımızı arttırabiliriz.

Bilimsel zaman planlama teknikleri yöneticinin kendini, personelini ve işini iyi bilmesinin yanında etkin bir kontrol yöntemi ile başarıya ulaşabilir. Burada önemli olan süreleri ve faaliyet sıralarını gerçekçi olarak tayin edebilmektedir.

BİRİNCİ BÖLÜM
ZAMAN

1. ZAMAN

1.1. ZAMANIN ÖNEMİ:

Ünlü Fransız yazar ve düşünür Voltaire'in "Zadig A Mystery of Fate" kitabında, büyük büyücü Zadig'e bir soru yönelir: "Dünyada en uzun ve en kısa, en hızlı ve en yavaş, en küçük bölünemez ve en esnek, en önemsenmeyen ve en uğrunda üzülen, küçük her şeyi yutan, büyük herşeyi yücelten, o olmaksızın hiç bir şey yapılamayan şey nedir?"

Zadig tereddüt etmeden cevaplar:

"Zaman" ve ekler:

"Hiçbirşey daha uzun değildir, çünkü sonsuzluğun ölçüsüdür. Hiçbirşey daha kısa değildir, çünkü projelerimizi sonuçlandırmak için yetersizdir.

Hiçbirşey beklendiği kadar yavaş değil; hiçbirşey zevk aldığı kadar hızlı değildir.

Büyükte sonsuza gider; küçüklükte sonsuz bölünemezdir. Herkes önemsiz bulur; yokluğunda herkes üzüldür; onsuz hiçbirşey yapılamaz."

Zaman, güneş ışığı buharlaşan yağmur damlası bir rüzgar gibidir. Fiziksel olarak onu yakalayamayız, onu zaptedemeyiz ve sahiplenemeyiz. Zaman yönetimi bir sihirdir çünkü gerçekte bunu kimse başaramaz. Zaman aralık ölçümüdür ve sabittir. Hiçbir şeyi dikkate almaksızın aynı hızda akıp gider.

"Zamanı kimse geri döndüremez, değiştiremez fakat herşeye rağmen biz "zaman yönetimi" deyimini kullanırız. Bu aslında zamanımızı optimal şekilde kullanmak üzere kendimizi yönetmek anlamına gelir."¹

Zaman her devirde önemli oldu ama son yıllarda zaman yönetimi giderek daha önem kazanmakta ve insanlar bu yönde düşünce geliştirip, araştırma yapma ihtiyacı duymaktadır. Bu konu üzerinde yazılmış kitapların artması bunun bir göstergesi kabul edilmektedir. Bu önem artışının çeşitli nedenleri vardır.

Herşeyden önce, her sene insanların yapabileceklerinin artması beklenmektedir. İşletmeler her sene bir öncekinden daha fazla iş başarmamızı beklerler."Hiçbir işletme bu sene daha az iş ve daha az kar bekliyoruz demez."²

İkinci olarak, iş çevresi çok daha karmaşık olmaktadır. Yeni çıkarılan kanunlar bir öncekinden daha kapsamlı olmakta ve daha

¹ Merrill E.Douglass ve Donna N.Douglass, Manage Your Time, Manage Your Work, Manage Yourself, AMA,1987,s.1

² R.Alec Mackenzi, Zaman Tuzağı, Çev. Aykut Güneri, İstanbul, İlgi Yayıncılık 1985,s.27

fazla kriteri gözönüne alma durumundadır. Örneğin çevre kirliliğine karşı, çevre düzenine uygun, eşitliği gözeten, yeni devlet planlamalarını dikkate alan kanunlar ve eğilimler doğmaktadır.

Üçüncü olarak değişimlerin hızı her geçen sene daha artmaktadır. Herkesin bu değişimlere uyum gösterme kabiliyeti belli bir derecededir. Değişim hızı bizim bu değişimi absorbe edebilecek kabiliyetimizden daha fazla ise problemler başlıyor demektir.

Dördüncü olarak, bireyler üzerindeki devlet ve iş hayatı etkisi giderek artmaktadır, kendi özel yaşamlarına daha çok vakit ayırmak için, kendi özgür hayatları için zamanı kontrol etmek istemektedirler.

Tüm bu nedenler insanları zaman konusunda uyandırmıştır. Tüm artan baskılar bizi zaman ne demektir ve onu eniyi şekilde nasıl kullanabiliriz konusunda tekrar düşünmeye zorlamıştır.

1.2. ZAMAN KARAKTERİSTİKLERİ:

Her şeyi yapamıyacağınızı kabul edip ve mümkün olduğunca hayatınızı yaşamayı durdurmuşsanız iş sonu etkili bir zaman yönetimi konusunda büyük bir adım atmış sayılırsınız. Öncelikler temelinde hareket etmek daha kolay olacaktır. Zaman kontrol çabalarınızda sizin zaman anlayışınız ve eğilimleriniz başarınızı belirliyecektir.

Çok kişi zamanı bir kaynak olarak değerlendirir. Kaynak kullanma hazır bir şey veya destek olarak kullanılabilen birşeydir. Zamanın en önemli kaynak olduğu kabul edilebilir. Zaman sorunların çözümünde bir yardımcı, bir gereksinimi dikkate almamıza yarayan, sonuca ulaşmamıza yarayan bir araçtır. Fakat zaman diğer kaynaklar gibi değildir çünkü satılmaz, satın alınmaz, kiralanmaz, ödünç alıp verilmez, depolanmaz, muhafaza edilmez, çoğaltılıp değiştirilmez. Ancak ve ancak harcanabilir.

"Bir kaynak olarak zaman başka bir paradoks ortaya koyar."³ Onu kullanmadığımızda da ortadan kaybolur. Kaynağın kalitesi onu ne kadar iyi kullanabildiğimize bağlıdır.

Zamana karşı eğilimimiz, davranışımız onun bedava olması gerçeğinden de etkilenir. Her sabah uyandığımızda 24 saatimiz her durumda kazanırız. İnsanlar bedava ya da daha ucuza elde ettiği şeylere değer vermezler; eğer para ödeyerek satın alınabilse muhtemelen daha değişik harcama yoluna gidilirdi.

Zaman bedava olmanın yanında eşit bölüşünlüdür. Dünyada herkes her gün aynı miktarda zamanı elde eder. Fakat bazıları bu 24 saat içinde diğerlerine göre daha çok şey elde edebilir. Halihazırda dünya üzerinde gerçek demokratik kavramlardan biridir zaman. Zamanımızı

3 Douglass ve Douglass,s.3

iyi kullansak bile, diğerlerine göre daha çok zaman elde edemeyiz, her zaman diğerleri ile aynı zamanı elde ederiz.

1.3. ZAMANIN NİTELİĞİ:

Zamanımızın niceliğini arttıramayacağımıza göre, zamanın niteliğini, kalitesini arttırabiliriz. Zaman bizim zamanımızdır, hiç kimseye bağımlı değildir; onu bizim için kimse harcamaz. Öteki insanların bizim zamanımızı harcamamız konusunda istekleri olabilir ama harcamayı yapması gereken yine biziz. İstedığımız gibi harcabileceğimiz zamanın kalitesini ancak biz yükseltebiliriz.

Zamanımızı daha iyi kullanmayı kimse zorlayamadığı gibi bizi zaman öldürmekte kimse alıkoymaz. Çoğu insan zamanının diğerleri tarafından kontrol edildiğini söylese de tamamen doğru değildir. Bizim zamanımızı mücade ettiğimizden daha fazla kontrol edemezler.

Nasıl ki insanları söylediklerinden çok, giyiminden arkadaş seçiminden, düşüncelerinden daha iyi tanıyabilir isek bir tanıma, kendini ifade şekli de zamanı harcama şeklidir. İnsanların harcadığı zamanın kalite ve miktarına bakarak nelere önem verdiğini de anlayabiliriz. Çünkü zaman hayattır.

1.4. ZAMAN ANALİZİ:

Zaman analizinde insanların başarısızlığının bir sonucu problemlerin içeriğini tahlil edememiş olmalarıdır. Bazı şeyler insanların düşündüğü gibi olmayabilir. "Bir araştırmada insanlara işlerinin düşündükleri şekilde tanımlamalarını ve neyi ne kadar zamanda yaptıklarına ait bir liste yapmaları istendiğinde, yapılan listenin gerçek kayıtlardan çok farklı veriler olduğu ortaya konmuştur."⁴ Bunda bir etken de insanların her gün yaptıkları doğan işler üzerinde fazla düşünmedikleri, düşünmeden alışkanlık gereği hareket ettikleri de etken olmaktadır.

Bizim alışkanlık sonucu çıkan davranışlarımız büyük bir zaman tüketmektedir. Bu genelde kusursuz olarak bilinçaltı gelişir. Şu ana kadar yapılan sayısız araştırma zamanımızın nasıl harcadığı konusunda bir fikrimizin olmadığını göstermektedir. Çünkü zamanın farkında değilizdir ve onun kontrol dışında olduğunu düşünürüz. Şüphesiz bir bölümü bizim kontrolümüz altındadır. Zamanımızın nasıl kullanıldığını anlayarak kontrol edebiliriz. Problemlerimizin çoğunun asıl nedeninin kendimiz olduğu gerçeğini kabul etmeli ve çözümlerini yine kendi içimizde aramalıyız.

Çünkü herkesin oldukça çok zaman problemi vardır, ama önemli olan zamanın analizini yapmaktır. Güzelce tanımlanmadan hiç bir problem sağlıklı çözülemez. Oldukça sık rastlanan bir olay problemi anlamadan, düşündüğümüz şekilde çözmeye çalıştığımızda ya yanlış problemi çözmüş oluruz, ya da daha kötü bir problemin doğmasına neden oluruz. Zaman hakkında iyi bilgilenme bizi iyi problem tanımına ulaştıracaktır, bu da doğru çözüm yolunu açacaktır. Bazı zamanlar dikkatli, iyi yapılmış bir analiz problemin sandığımız kadar ciddi olmadığını ortaya çıkarır.

Ekonomik olarak değerimizi belirlemek zaman analizi konusunda yararlı bir yaklaşımdır. Kendimizin işletmeye ne kadar paraya mal olduğumuzu hesaplamalıyız. Bunu çoğumuz hesap etmeyiz. Zamanımızı etkin bir şekilde kullanmayı isteyenler için bu anlayış çok şey ifade edebilir. Çünkü boşa harcanan zaman bize ve işletmeye para kaybettirmek olarak düşünülmelidir.

Zamanımız sadece kendimiz için değil işletme için de çok önemlidir. Günlük plan yapmak ve kayıt tutmak zamanımızı nasıl kullandığımızı da gözümüzün önüne serecektir. Bir çok kişi zaten yüklü işleri ve az zamanları olduğunu düşünerek bir de ona zaman harcamak istemediğini ileri sürerek günlük plan ve kayıt tutmaya karşı çıkarlar. Bunun yanında zaten zamanımızı nasıl kullandığımızı biliyoruz düşüncesi ile yararsız görebilirler.

Fakat insan hafızasının her şeyi hatırlayamayacağı düşünüldüğünde bu görüş yıkılmakta ve günlük planın büyük verim artışı sağladığı görülmektedir.

Zaman kayıtlarını incelediğimizde nelere, hangi konulara zaman harcadığımızı bakmalıyız. Zaman harcamasını nicelik ve nitelik olarak değerlendirmeliyiz. Nicel değerlendirme zaman uzunluğu olduğu için kolaydır. Fakat nitel olarak biraz zorlanabiliriz. Burada kim için veya nasıl harcadığımızı incelenmelidir. Bu şekilde zaman problemimizin altında yatan nedeni de keşfedip ortadan kaldırmak suretiyle zaman problemimizi çözüme yoluna gidebiliriz.

Bu inceleme sonunda sürpriz sonuçlara da varabiliriz. Düşündüğümüzden daha farklı olduğunu keşfedebiliriz. Bazı yönlerimizin düşündüğümüzden daha iyi ama diğerlerinde daha kötü olduğunu düşünebiliriz. Hiç farketmediğimiz şekilde zaman israfı yaptığımızı keşfedebiliriz. Bu şekilde daha etkili kararlar vererek iyiye yönelebiliriz. Günlük kayıtların yanında telefon görüşmesi ve ziyaretçi, toplantı kayıtlarında yararlanabileceğimiz kayıtlardır.

Bir başka analizde fonksiyon analizi diyebileceğimiz bir şekildir. Burada zamanımızı iç yönden değerlendirmeliyiz.

- (a) Ne yaptığımızı sanıyoruz ?
- (b) Ne yapmamız gerekiyor ?
- (c) Gerçekte ne yapıyoruz ?

Bu şekilde zaman paylaştırmayı daha etkin olabilecek şekilde değiştirebiliriz, çünkü insanlar bazen işleri ve görevleri ile ilgili olmayan konularla çok vakit harcamaktadırlar.

Hareketlerimizi inceleme ve eğilimlerimizi keşfetme konusunda yararlı olabilecek bir yöntemde acil-önemli çelişkisidir. "General Einsenhower kurmayları ile yaptığı toplantılarda "acil ve önemli ters orantı ile gelişen iki kavramdır" düşüncesinde olduğunu dile getirirmiş. Bir mesele ne kadar acil ise o kadar daha az önemli; ne kadar önemli ise o kadar daha az acildir."⁵

Acele konular kısa zaman aralığını, fakat önemli konular uzun zaman aralığını ilgilendirir. Acil olan hemen yapılmalıdır, daha fazla bekleyemez, daha çabuk sonuç verir.

Önemli konular çok nadir olarak bugün veya bu hafta yapılması gereken şeylerdir. Fakat acil işler her saat, her gün dikkatimizi gerektirecek şekilde baskı uygular. Herşeyden önce gerçekten acil olup olmadığını iyi değerlendirmeliyiz. Bazen acil olmayan konular üzerinde acil olup olmadığını hiç düşünmediğimizden bize acilmiş gibi görünebilir. Bu yüzden aciliyetin zamanımız üzerindeki despotluğunu kıldığımızda zaman problemimizde bir adım daha ilerlemiş oluruz. Acil-önemli çelişkisi şöyle bir matris ile açıklanabilir:

	Önemli	Önemli değil
Acil	1	3
Acil değil	2	4

1 No'lu hem önemli, hem de acil konuları simgeler. Bu tip durumlar pek karşı karşıya kalmak istemediğimiz zorlu durumlardır. Önemli bir müşterimizle oluşan bir problem, grev, kilit konumdaki personelden birkaçının hastalığı gibi durumlar bu pencere içinde gösterilebilir. Bu konulara bakış açımız genelde yanlış nedenden kaynaklanır, bunlarla acil olduğu için değil ama önemli olduğu için ilgilenmeliyiz.

2 No'lu pencere önemli ama acil olmayan, yeterince sık karşılaşılmayan veya o an mevcut olmayan eğitim, planlama gibi konuları kapsar. Bu tip durumlarda gerektiğinden daha az zaman harcarız.

3 No'lu pencere gün boyu büyük oranda karşılaştığımız durumlardır, acildirler ama ama önemli değildirler. Telefon konuşmaları başlıca örneklerdendir. Dikkatle incelediğimizde bu

⁵ Douglass ve Douglass,s.73

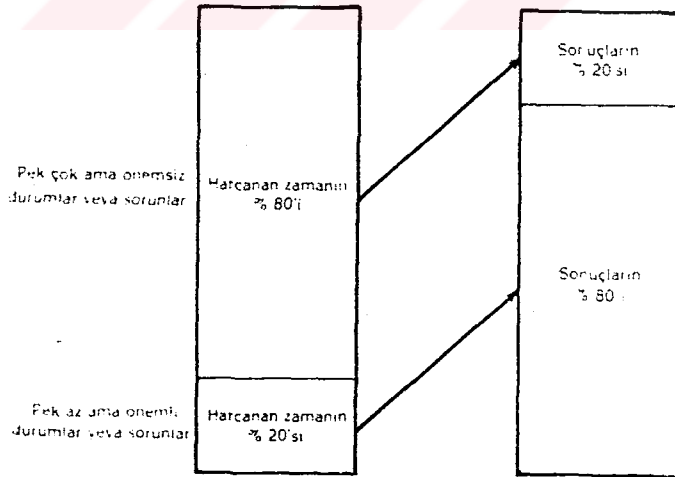
telefon konuşmalarının pek azı gerçekten önem arzeder fakat hepsi zaman alır. Aniden çıkagelen ziyaretçileri de aynı kapsam içine sokabiliriz.

4 No'lu pencere ne aciliyet ne de önem arzeden konuları ihtiva eder. İşe geç kalmalar, erken ayrılmalar, çay-kahve almaya gitmek, öğle yemeği paydosunu uzun tutmak gibi davranışlar bu pencere içine girerler ve farkedilmese de önemli bir pay olurlar.

Dürüstçe kendimizi bu matrise göre değerlendirdiğimizde hep önemli işler yaptığımızı düşünmemizin doğru olmadığını genellikle önemsiz işlere zaman ayırdığımızı görürüz.

Acil önemli matrisini Pareto İlkesi ile bağdaştırabiliriz. Ondokuzuncu yüzyıldüşünürlerinden olan Vilfredo Pareto'ya göre sonuçların/değerlerin %80'i kaynakların %20'sine, %20 si ise %80'ine dayanır. Bu kurala 80-20 kanunu denir. Örneğin karımızın %80'i müşterilerimizin %20'sinden, ki bunlar yüksek gelirli müşterilerimiz olabilir. Karımızın %20'si ise müşterilerimizin %80'inin oluşturan düşük gelirli müşterilerden sağlanabilir. Bu sonuç bizim önemsiz şeylerle uğraşmayı bırakıp daha önemli şeylere daha fazla zaman ayırmamız gerektiğini gösterir. Çünkü zamanımızın yüzde 80'ini değer olarak düşük olan olaylara harcıyor isek zamanımızı akıllıca kullanmadığımız ortadadır.

Buna ülkemizin gündeminden bir örnek vererek daha rahat açıklayabiliriz. Özelleştirilmesi planlanan KİT'lerden Sümerbank'ın sahip olduğu 434 satış mağazasından 120 tanesi toplam satışların %80'ini yapmakta, kalan % 20'lik satış ise geri kalan 314 satış mağazası tarafından yapılmaktadır."6



Şekil 1.1. Pareto Zaman İlkesi

1.5. ZAMAN YÖNETİMİ VE LİDER TİPLERİ

Liderlik tipi bir yöneticinin karşılaştığı zaman problemine yaklaşımında direk rolü vardır. Tüm liderlik tipleri zaman problemi ile öyle veya böyle ilgilenirler bunlardan kimi daha az kimi daha çok önem verir ve ilgilenir. Üç tür liderlik tipi zaman yönetimi ile özellikle bağıntılıdır;

1. Otokratik (Autocratic)
2. Yardımsever (Permissive)
3. Katılımcı (Participative)

Otokratik lider, kararları kendi başına alan sadece onu astlarına bildiren yöneticidir. Bu tip lider çoğu kararı kendi başına alarak zaman tasarrufu yapar. Kimseye danışmak ve demokratik olduğunu göstermek için çaba harcamak zorunluluğu yoktur. Fakat diğer yandan bu davranış kurmayları arasında bir kırgınlık, kışkırtıcılık ve kopukluk yaratacaktır. Bu durumda yönetici işler kötüye gittiğinde kurmaylarından her zaman yardım alamaz. Çünkü otoriter bir lider olarak astların problem çözümü güçlerini kaybetmiş olur.

Yardımsever liderin zaman probleminde biraz farklılıklar görmekteyiz. Bu tip yönetici astlarına kendi beklediği sınırlar dahilinde hareket etmesine izin verir ve daha az zaman problemi ile karşılaşır. Eğer astlarına iş parametrelerini dikkatlice tanımlamaza ise onların yanlış değerlendirmelerini düzeltmek daha çok uğraş vermesini gerektirecektir. Çünkü sonuçta sorumlu kişi kendisidir ve problemleri çözmek büyük miktar zaman gerektirebilir.

Katılımcı lider, sorumluluk ve yetkilerini astları ile paylaşan bir yönetici olarak zaman yönetimi konusunda diğer liderlere göre daha iyi bir konumdadır. Çünkü diğerlerinin aksine onların üstünde veya ayrı bir şekilde çalışmamakta onların içinde yer almakta ve zamanla ilgili problem ve gereksinimleri astlarına ifade edebilmektedir. Bu tip yönetici mümkün olabildiğince en iyi iş ilişkilerine sahiptir ve grubundaki insanlar zamanlarını maksimum yarar sağlayacak şekilde kullanmalarına yardım edebilecek grup gereksinimlerini ve bireysel güçleri analiz etmede iyi bir pozisyonundadır.

1.6. PLANLAMANIN ÖNEMİ

"Planlamanın ne kadar önemli olduğunu birçoğumuz farkındayızdır ama yine de buna gereken önemi vermeyiz çünkü ondan daha önemli olduğunu düşündüğümüz işlere öncelik vererek onu ertesi güne

erteleriz."7 Aslında planlamaya ayırdığımız zaman arttıkça diğer işlerden kazanacağımız zaman da artacaktır.

Planlamaya pratikte önem vermeyişimizin bir nedeni de daha önce planlama yapmaksızın elde etmiş olduğumuz başarılar olabilir. Çünkü pozitif iş dünyasında herşey yolunda gidiyor ve yöneticiler için başarı sonsuz bir kaynaktan gelir gibi planlar gerektirmeksizin ortaya çıkıyordu ve kimileri en büyük hedeflerini bile geri bırakabiliyorlardı.

Fakat bugün hayat değişti ve eskisi gibi pozitif değil, başarıyı istiyor isek mutlaka plan yapmalıyız. Buna şehirleşmeyi basit bir örnek olarak verebiliriz. Yakın zamana dek plansızca süre gelen şehirleşmeye devlet müdahale etmek zorunda kalmış etkinliği tartışılrsa da planlamalar yapılmakta ve şehirleşmenin buna göre devam etmesi arzulanmaktadır.

Daha önce incelediğimiz acil-önemli ikilemi doğrultusunda planlama acil olana kadar önemli kabul edilir ve ikinci plana atılır. Fakat acil olduğunda dikkate alırız ama bu sefer de sorunlar daha karmaşık bir hal aldığından planlama daha zor ve daha çok zaman alıcı kabul edilir.

Çok yönetici olaylara angaje olurlar, düşünme yerine olmakta olan olaylara yönelirler. Bu da tepkisel bir yaklaşım oluşturur ve önceden fazla düşünme fırsatı vermeyerek sağlıklı karar verememesine neden olur. Fakat öngörü, uzak görüşlülük önceden daha fazla düşünmeyi ve planlamayı gerektirir. Fakat bunun her gün için zor oluşu bizi plan yapmaksızın tepkisel davranışa iter.

Çoğu yönetici yaptığı işin sonucunu bir an önce görmek ister. Planların sonuçları ise kabul edemeyecekleri kadar uzun süreçleri gerektirebilir. Bu yöneticiler yaptıkları işlerden çıkardıkları sonuçlar ile beslenirler. Eğer sonucu elde edemezlerse bir belirsizlik hissederek huzursuz olurlar.

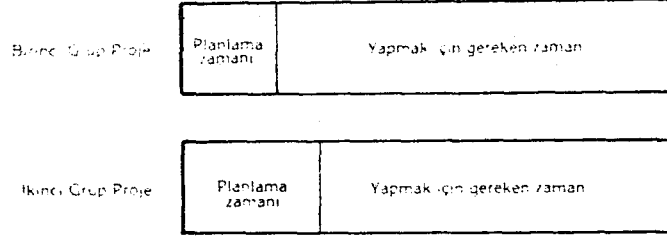
"Bazı yöneticiler için ise spontane karar ve davranış göstermek gurur vesilesi olmaktadır."8 Bu yöneticilere göre dikkatli bir planlama yaptıkları takdirde önemli şeyleri kaçırma olasılığı vardır ve spontane karar verebilmek özel bir durum gerektirmektedir. Bu tip düşüncelerin hayatın uzun olduğu ve her zaman bu şekilde işin altından kalkılamıyacağı düşünüldüğünde saçma olduğu ortaya çıkmaktadır. Zaman iyi kullanmak istendiğinde iyi bir plan yapılmalıdır. Ne kadar iyi yapılırsa o kadar avantaj elde edilir.

Bazı tip yöneticiler planlamaya karşı bir tutum oluşturmaktadırlar bunlar planlamayı kompleks ve zaman harcayan bir aktivite olarak değerlendirmektedirler ve bu işi kafalarında o kadar büyötmektedirler ki ilk adımı hiç bir zaman atamazlar. Planlama gelecek hakkında sistematik düşünceler dizisi demektir. Planlama

7 Mackenzie, s.57

8 Douglass ve Douglass, s.95

gelecekte olacak olayları ve meydana gelebilecek şartları düşünmeyi gerektirir.



Şekil 1.2. Benzer iki projenin farklı zaman Tahsis edilerek yürütülmesi

Görevler hiç bir zaman bitmez, daima yapılması gereken bir başka şey çıkar. Zaman ise sınırlı bir faktör olduğundan gün içinde yapılması gereken işler için yeterli zaman bulamayız. Bunun için zaman denilen kritik kavram için plan oluşturmalıyız.

Planlama gelecek ve günümüz arasında bir bağlantıdır. Gelecek için ne kadar uzak düşünüp, görebiliyor isek bugün için yapacaklarımız da o kadar kolaylaşır.

1.7. PLANLAMAYA SİSTEMATİK YAKLAŞIM

Yönetici zaman planlamasına kendini alıttırabilmesi için hafta başında yaklaşarak başlayabilir. Burada önemli olan her hafta tutarlı olarak bu işlemi devam ettirebilmektir. Planlamaya değmeyecek kadar hafif olan haftaları da, planlama yapamıyacak kadar meşgul olduğumuz haftaları da aynı ciddiyette planlanmalıdır. Zamanı her hafta düzenli olarak planlayan bir yönetici, yakında bir planlama alışkanlığı edinecektir. Ertesi haftanın planlamasını önceki haftanın son günü yapmalıdır. Bu haftalık planlamayı yaparken aylık, üç aylık dönem ve yıllık kriterler de dikkate alınmalıdır.

"Planlama yaparken yönetici kendine sorması gereken altı anahtar soru şunlardır:"⁹

1. Ne yapılmalıdır ?
2. Ne zaman yapılmalıdır ?
3. Kim yapmalıdır ?
4. Nerede yapılmalıdır ?
5. Hangi önceliğe haizdir ?
6. Ne kadar zaman gerektirir ?

Unutulmamak gerekirkî amaçlar yapılmaz, amaç zaman ilerledikçe elde edilecek bir sonuçtur. Sadece aktiviteler yapılır ve amaç ulaşabilir. Eğer doğru hareketlerde bulunulur ise amaca ulaşma yüzdesi büyüktür, yanlış hareketler muhtemelen bizi amaçtan uzaklaştıracaktır. Bu yüzden bir yönetici her amaç için ne gibi çalışmalar, aktiviteler yapması gerektiğini etraflıca düşünüp, plan yapmalıdır.

Ne zaman yapılmalıdır sorusuna gelince ise, yönetici olaylar için bir sıra olduğunu unutmamalıdır. Eğer her şey tamamen sırasına göre yapılırsa işler daha az zaman alır ve daha iyi sonuçlar elde edilir. Eğer sıra takip edilmez ise çok zaman israfına neden olur.

İşin nerede yapılacağı da işin gidişatı ve sonuçlanması üzerinde büyük etki yaratır. Örneğin, bir tartışma sözkonusu olduğunda bu ofiste yapılırsa, sayısız defa konuşmalar kesilecek, müdahaleye uğrayacaktır. Fakat aynı tartışma bir konferans salonunda yapılır ise bu müdahalelerin büyük çoğunluğu önlenecektir.

Etkili delegasyon da planın başarıya ulaşmasında önemli bir etkidir. Görev paylaşımı konusu gündeme geldiğinde yönetici kendisinin ne yapması gerektiğini, başkalarının ne yapabileceğini düşünmelidir.

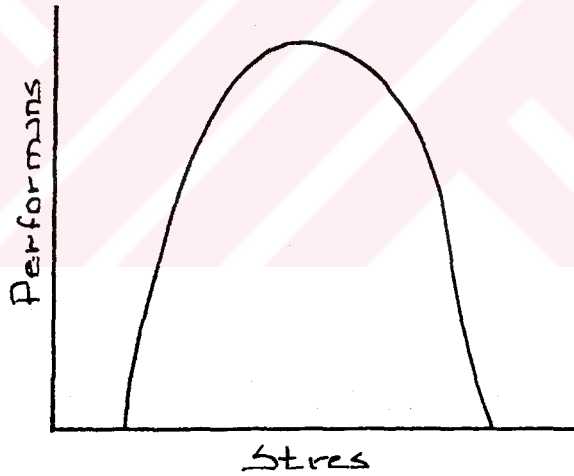
Her aktivite için bir öncelik tayin etmek yönetici için zorunluluktur. Planlar her zaman yazıldığı şekilde devam etmeyebilir. Değişiklikler gerektiğinde, en yüksek öncelik derecesine sahip konular üzerinde yoğunlaşarak değişiklikler yapılmalıdır. Yönetici öncelikler vermeyi ihmal ederse, planı tekrar yeni duruma göre uyarlarken önemli olayları unutabilir.

Çoğu yönetici planlama konusunda iyimser davranır ve bir görevin, işin ne kadar zamanda tamamlanacağını tayin etmede yanılgıya uğrar. Tüm projenin süresini tahmin etmeye çalışmak ise yöneticiyi en büyük hatalara yöneltir. Bu gibi durumlar gözönüne alındığında en iyi yaklaşım projeyi spesifik bölümlere ayırarak bu bölümlerin sürelerini tahmin etmektir. Tamamlanma sürelerini tahmin derken minimum süreler düşünülmelidir.

1.8. STRES VE ZAMAN YÖNETİMİ

Tüm zaman planlama çalışmaları insanlara modern hayatın karmaşıklığını daha iyi anlayıp, uyum sağlamalarına ve yardım etmeye yöneliktir. Bir yönetici çözümlemelerine oturup zamanını nasıl kullandığını, öncelikleri nasıl belirlediğini, günlerini, hafta ve aylarını nasıl planladığını ve önceliklerin yerleşimini bilinçli olarak inceler ve planlarını uygularsa duyduğu stres azalmaya başlayacaktır. Stres düzeyinde küçük bir azalma bile onun performansını yükseltmeye kendisini geliştirmesine etki edecektir. Dikkatlice bir planlama yaptığında, yönetici durumun ve olayın kabiliyetleri ölçüsünde kendi kontrolünde olduğunu bilecek ve kendini daha rahat hissedecektir. Yönetici zamanı ve kabiliyeti ölçüsünde icraat yapabileceği için bu bilgi onun üzerindeki baskıyı azaltacaktır.

"Stres ile mücadeleyi öğrenmenin sayısız kazançları vardır."¹⁰ Bunun alternatifi ise sağlık açısından zayıflık, düşük performans, zaman israfı ve hepsinden önemlisi yaşam israfıdır. Kronik stres ise öldürücüdür. Her yönetici daha doğrusu her kişi zamanını yönetme, daha rahat bir hayat sürme, daha çok mutluluk duymak ve stresi azaltmak için yeni yollar aramalıdır.



Şekil 1.3. Stres ve Performans İlişkisi

1.9. ZAMAN YÖNETİMİNDE BAŞARILI OLMADA 20 ADIM

1. Amacını iyi belirle. Bunları yazıya dök. Sonra öncelikler yerleştir. Hayattan istediğini elde ettiğinden emin ol.

¹⁰ Douglass ve Douglass, s.244

2. Olaylara değil, amaçlara odaklan. En önemli aktiviteler, olaylar seni amaçlarında başarıya ulaştıracak olanlardır.
3. Hergün en azından bir tane büyük amaç tayin et ve başarı ile gerçekleştir.
4. Periyodik olarak zamanını nasıl kullandığını kaydettiğin bir günlük tut ve sana zaman kaybettiren alışkanlıkları hayatından sil.
5. Amacın doğrultusunda her yaptığını analiz et. Ne yaptığını, ne zaman yaptığını, niçin yaptığını araçtır. Kendine bunları yapmadığında ne olacağı sorusunu sor. Eğer cevabın hiçbirşey ise yapma.
6. Her hafta en az bir tane zaman kaybettiren alışkanlığını hayatından sil.
7. Zamanını planla, her hafta için bir plan yaz. Kendine haftanın sonunda neyi elde etmeyi umduğunu ve bunu başarmak için ne yapman gerektiğini sor.
8. Her gün yapılacak şeyler listesi yap. Bu listenin günlük amaçlarını, önceliklerini ve zaman tahminlerini kapsadığından fakat tesadüfi olaylara yer vermediğinden emin ol.
9. nce en önemli şeyleri yapacak şekilde gününü programla. Kesintiler ve beklenmeyen olay ve kişiler için zaman ayır. Fakat programlanan işler üzerinde çalışmanın şansı programlanmıyanlara göre daha fazladır.
10. Günün ilk saatinin verimli olduğundan emin ol.
11. stlendiğin her görev için zaman limitleri tayin et.
12. İşi bir defada tam ve doğru yapmak için zaman ayarlaması yap. Bir kere daha uğraşmak için zamanın olmayacaktır.
13. Tekrarlanan krizleri hayatından temizle. Niye yanlış giden şeyler olduğunu araçtır. Tepkisel davranış yerine ngrş ile davranmayı ğren.
14. En önemli görevlerini yapmak için, kesintiye uğramayacak şekilde blok olarak kullanabileceğin sakın bir saat ayır.
15. Başladığını bitirme alışkanlığı kazan. Birşeyden diğerine ardında bitmemiş bir dizi işi bırakarak atlama.
16. Gerekli, önemli olayları yapmayı erteleme, onları hemen yapmayı ğren.
17. Günlük plan yapmayı alışkanlık edin. Amaçlarını sapta, öncelikleri belirle, zamanı planla ve programla. nemli işleri önce

yap. Program dışı görevleri yapma içgüdüsünden kendini kurtar. Yaptığın işleri gözden geçir.

18. Daha önemli işler dururken daha az işler için zaman harcama.

19. Yaşamak, dinlenmek, hayal kurmak için kendine vakit ayır.

20. Zaman senin için ne demektir, zamanın hayatın ile bağıntısı nedir sorularına yönelik bir zaman felsefesi geliştir.

1.10. YÖNETSEL ZAMAN KAVRAMI VE İŞLETMELERİN ETKENLİĞİ

Zamanın anlamı farklı durumlara ve farklı varlıklara göre değişmektedir. Dolayısıyla zamanı her konuya göre tekrar el almalı, değerlendirmeli ve tanımlamalıyız.

"Bir yönetici için zaman nesnel ve öznel olarak iki yönde incelenebilir."¹¹ Nesnel Zaman, izlenebilen ve düzenli olarak değişim gösteren doğal bazı olaylar ya da yapay araçlar yardımıyla ölçilebilen zamandır. Buna kısaca saatin gösterdiği zaman denebilir. Saatler dünyanın her tarafında bir bozukluk dışında aynı hızda çalışır. Bu nedenle nesnel zaman her yerde her insan için aynı hızda olmaktadır ve her insan tarafından eşit olarak kullanılan kıt bir kaynaktır.

Öznel zaman yöneticiye ve yöneticinin içinde bulunduğu duruma göre değişir, yani içinde bulunduğumuz ortamdaki olayların yönetici için ilginçliğine, önemine ve moral düzeyine göre hissettiği zamandır. Günlük hayatta "zaman geçmek bilmiyor" ya da "zamanın nasıl geçtiğini anlamadım" gibi deyimlerde bahsedilen zaman öznel zaman olarak belirttiğimiz tipe örnek verebiliriz.

İşletme için gerekli zaman kaynağını, işletmedeki nesnel zaman ölçüleri içinde çalışan öznel zamanlı insanlar ve nesnel zamanlı makineler oluşturmaktadır.

Oluşan işletme zamanı, nesnel zaman olarak değerlendirilmekle beraber, bu zaman nicelik ve niteliğini işletmedeki insanların öznel zaman ortamları büyük ölçüde etkilemektedir. Bir insanın öznel zaman ortamını belirleyen etmenler arasında o insanın çalıştığı işe olan ilgi derecesi, çalıştığı işin yeteneklerine uygunluğu, moral düzeyi sayılabilir.

İşletme zamanı, işletmenin mal ve hizmet üretebilmesi için belirli bir süre içinde yerine getirilmesi gereken işlemlere, işgören ve makineler tarafından harcanan sürelerin toplamıdır.

¹¹ Nihat Karakoç, İşletmelerde etkenliği belirleyen bir kaynak "Yönetsel Zaman", Verimlilik Dergisi, s.34

İşletme zamanı işletmenin kullandığı diğer kıt kaynaklardan farklı özellikler taşımaktadır. "Bu kaynak para gibi biriktirilemez, hammadde gibi depolanamaz, bir işe harcanan zaman parçası tekrar kullanılamaz."¹² Böylece zaman işletmelerin hepsinde kullanılan bir kaynaktır, ama kaynakların en kıt olanıdır. Bu niteliği ile işletmedeki her türlü çaba ile ilgili çıktının sınırlarını belirleyen bir kaynaktır. Bu nedenle zaman kaynağı etkili ve verimli kullanılmadığı sürece işletmedeki çabalardan optimum sonuç elde edilmesi imkansızdır.

İşletmedeki yöneticiler tarafından oluşturulan yönetsel zaman, işletme zamanı içinde olması nedeniyle bir taraftan yukarıda belirtilen işletme zamanının özelliklerini taşıırken, diğer taraftan da işletmedeki tüm zamana hükmeden bir niteliği göstermektedir. Yönetsel zamanın bu niteliği, işletmedeki yönetim işlerinin diğer işlemler üzerindeki egemen konumundan kaynaklanmaktadır. Böylece bir işletmedeki zamanın nasıl ve ne şekilde kullanılacağını yönetsel zaman belirlemektedir.

"Yönetsel zaman, organizasyon amaçlarına ulaşılması için yapılan planlama, organizasyon, yürütme, uyumlaştırma, denetleme ve yetiştirme işlevlerinin her birine belirli bir süre içinde harcanan işgören ve makina zamanı toplamıdır."¹³

Zaman kaynağını işletmedeki her türlü çabanın sonuçlarını doğrudan belirleyici bir nitelik göstermesi ve bu kaynağın kullanılma biçimine yönetimin karar vermesi, yönetsel zamanı, işletmenin etkenliğini belirleyici bir konuma getirmektedir. Dolayısı ile yöneticinin zaman kullanımına ait yapacağı bir planlama yanlısı vereceği acele bir karar işletmeye çok pahalıya mal olabilecektir.

"İşletmelerin etkenliği ile yönetsel zaman arasındaki ilişkileri belirleyen araştırmalardan ABD'de yapılan bir tanesinde işletme birleşmelerindeki başarısızlığın ana nedeni olarak, birleşme sırasında ortaya çıkacak zaman sıkışıklığının önceden belirlenememesi olduğu sonucuna varılmıştır."¹⁴

"Diğer taraftan işletmelerin etkenliği arttırmak için yöneticileri yetiştirmeye yönelik düzenlenen kurs, seminer, konferans konuları arasına zaman yönetimi de girmiş bulunmaktadır."¹⁵

"Yine ABD'de zaman yönetimi konusunda danışmanlık hizmeti veren uzmanlara olan talebin her geçen gün artması sözkonusudur."¹⁶ Bütün bu gelişmeler, bir taraftan işletmelerin etkenliğinde yönetsel zamanın önemini gösterirken, aynı zamanda yöneticilerin zaman yönetimi ile ilgili yorumların boyutlarını da ortaya kaymaktadır.

12 Douglass ve Douglass, s.3

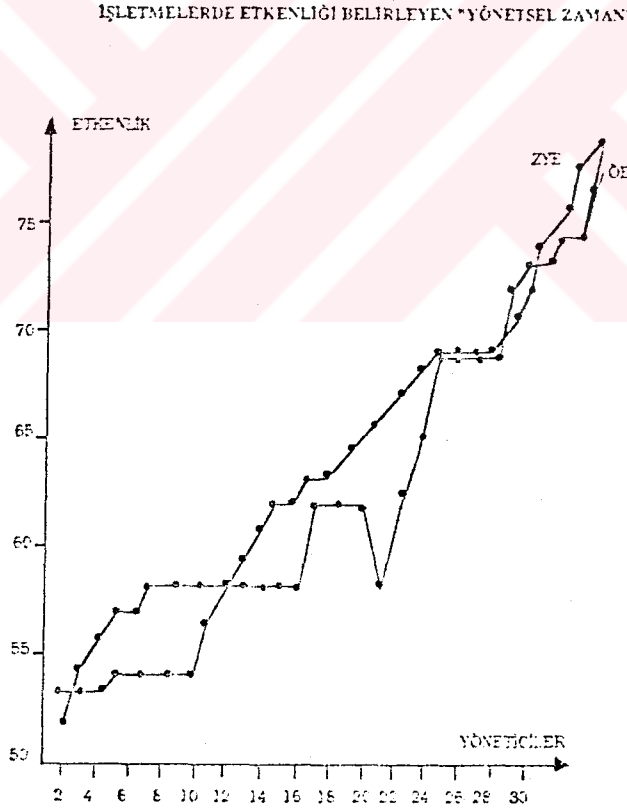
13 Karakoç, s.36

14 Karakoç, s.36

15 Mackenzie, s.14

16 Teaching Managers to do more in less time, Business Week, March 1975, s.68

"İşletmelerin etkenliği ile yönetsel zaman arasındaki ilişkileri ortaya koymak üzere Eskişehir'de üç kamu kuruluşu olan Türkiye Lokomotif ve Motor Sanayi Anonim Şirketi (TÜLOMSAŞ), Eskişehir Şeker Fabrikası, Eskişehir Sümerbank Basma Sanayi Müesseseleri'nde bir araştırma yapılmıştır."¹⁷ Araştırmaya çoğunluğu ist düzey yöneticisi olan toplam 30 yönetici ve başlarında bulundukları 30 organizasyon katılmıştır. Veri toplama aracı olarak anket formunun kullanıldığı bu araştırmada yöneticilere zaman yönetiminde ki etkenliği (ZYE) ve örgütsel etkenliği (ÖE) belirlemeyi amaçlayan sorular sorulmuştur. Bu sorulara verilen yanıtlar önceden belirlenen puanlama sistemine göre değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme sonucunda yöneticilerin zaman yönetimindeki ortalama etkenliği (ZYOE) %63, örgütlerin ortalama etkenliği ise %61 olarak belirlenmiştir. Görüldüğü gibi, iki etkenliğin ortalama değerleri birbirine oldukça yakındır. Şekil1.4 deki grafik, söz konusu iki etkenlik arasındaki ilişkiyi daha açık bir biçimde göstermektedir. Şekil1.4 de görüldüğü gibi yöneticilerin ZYE'si yükseldikçe örgütlerin etkenliğinde de yükselme olmaktadır. Başka deyişle iki etkenlik arasında doğru orantı bulunmaktadır.



Şekil.1.4 Örgütlerin Etkenliği ve Yöneticilerin Zaman Yönetimindeki Etkenliği Arasındaki İlişkiler¹⁸

¹⁷ Karakoç, s.35

¹⁸ Karakoç, s.39

1.11. YÖNETSEL ZAMANIN ETKENLİĞİNİ DÜŞÜREN NEDENLER

Daha önce sözü edilen araştırmanın sonucunu gözönüne aldığımızda işletmenin etkenliğini artırmak isteyen bir yönetici yönetsel zamandaki etkenliğin düşmesi, yöneticilerin çeşitli konulardaki zaman kayıplarından kaynaklanmaktadır. "Yapılan araştırmalara göre yöneticilerdeki zaman kayıpları aşağıdaki noktalarda yoğunlaşmaktadır:"¹⁹

1. Planlama işleri ile ilgili zaman kayıpları :

- Yöneticilerin planlama işlerine yeterince zaman ayırmaması, günlük zamanın önemli bir bölümünü basma kalıp (rutin) işlerde harcaması.
- Yöneticilerin günlük işlerini önceliklerine göre ve yazılı biçimde planlaması, önemli işlerin ertelenmesine ve zamanın verimsiz alanlarda harcanmasına ortam oluşturmaması.
- Yöneticileri bazı konularda kararsızlık göstererek işleri sürüncemede bırakması.

2. Organizasyon işlevi ile ilgili zaman kayıpları :

- İşletmelerde organizasyon klavuzundan yeterince yararlanılmaması dolayısıyla işe yeni başlayan bir işgörenin görevi ile ilgili tüm ayrıntıları yöneticilerden öğrenmek zorunda kalınması.
- Yöneticilerin örgütlemeye bilimsel yöntemlerden yararlanmaması, dolayısıyla işgörenlerin ilgi duymadıkları işleri verimsiz yöntemlerle yapmaları.
- Yöneticilerin yetki devretmekten kaçınmaları ve başkalarının kolayca yapabileceği türde işlerle uğraşmaları.

3. Yürütme işlevi ile ilgili zaman kayıpları:

- Yöneticilerin görüşmeler için belirli saatler saptamamaları ve ilgisiz konularda görüşme yapmak zorunda kalmaları.
- Yöneticilerin uzun ve anlaşılması güç olan kaynaklarla ilgili sık sık işgörenlerden gelen sorunlara yanıt vermek durumunda kalmaları.
- Yöneticilerin çalışma kesilmelerini kontrol altına alamamaları.
- Yöneticilerin toplantı yönetimindeki başarısızlıkları.
- Gereksiz yazışmalar ve yazışmalardaki gecikmeler.

- Yöneticiye gelen raporların kolayca incelenebilir nitelikte hazırlanmaması.
- Yöneticilerin hızlı ve verimli okuma konusundaki eksiklikleri.
- Bir üst makama yükselen yöneticilerin önceki makama özgü alışkanlıklarını sürdürmesi.

4. Denetleme işlemi ile ilgili zaman kayıpları:

- Yöneticilerin astlarına yeterince güvenmemesi ve devrettikleri işleri ayrıntılı olarak denetlemeleri.
- Yöneticilerin günce alışkanlığının olmaması.

5. Yetiştirme işlevi ile ilgili zaman kayıpları:

- Yöneticilerin mesleki eğitim çalışmalarına yeterince zaman ayırmaması.

6. Dinlenme ile ilgili zaman kayıpları:

- Yöneticilerin uzun süreli çalışmaları ve dinlenmeye yeterince zaman ayırmamaları.

1.12. ZAMAN VE SORUMLULUK

İyi bir yönetici kendisine bağlı çalışan astlarının zaman ufuklarını ve geleceğe yönelik perspektiflerini, programlarını oluştururken, motivasyon ve şirket planlarında dikkate almalarıdır.

"Dikkati çeken bir nokta; genel olarak bir yönetici şirket içinde ne kadar yüksek bir konumda ise zaman ufku o kadar uzağa uzanır."²⁰ En uzak ufuklara sahip olan müdürler ve üst düzey yöneticiler kendisiyle beraber çalışanlar ufuklarının daha kısa olduğunu fark ettiklerinde verimliliği arttırma, maksimuma ulaştırma konusunda başarılı olma şansına sahiptirler.

²⁰ Elliott Jaques, In Praise of Hierarchy, Harvard Business Review, January-February 1990, s.130

"Bazı araştırmacılar tarafından yöneticilerin ve onların astlarının rollerini sorumluluk zaman süreçleri ile tanımlar ve belirlerler."²¹ Buna göre tepe kademe yöneticiler yıllarla ifade edilebilen görevler alırken daha alt kademedeki yöneticiler daha kısa dönem sorumluluklarına sahiptirler.

Tepe yöneticiler, olayları çözme ve uzun vadeli düşünme tecrübesi olan yöneticiler olarak enerjilerini uzun vadeli planlara yöneltir ve birkaç yıla yayılan zaman ufuklara odaklanırlar.

Orta kademe yöneticiler yıllık veya üç aylık dönemleri ihtiva eden amaçlara odaklanırlar. Bu yöneticiler işlevsel olaylar dan sorumludurlar ve şirket planlarındaki sapmaları açıklamalıdır.

Alt kademedekiler ise günlük olaylar hatta o an artaya çıkan işlerle ilgilenirler ve en kısa zaman ufukuna sahip kişilerdir.

Organizasyonlar değişik perspektifler gerektiren işleri şekillendirirler, ortaya koyarlar. Tepe yöneticiler günlük detaylar içine gömülürlerse yeteri kadar etkili olamayacaklardır. Tepe yöneticiler organizasyonlarını uzun vadeli başarıları sağlamak üzere yönlendirmelidirler. Öte yandan alt kademeler ise spesifik görevlerini sıkı tahditler içinde tam zamanında tamamlamalıdır. Onların temel sorumlulukları kısa vadeli işlere konsantrasyonu gerektirir. Zaten kısa olan zaman sürecinin ise zaman istismarına tahammülü yoktur, belirlenen zamanlarda görevlerini başarmalıdır. Bu kişilerden çok nadir olarak uzun vadeli gelişmelerle kendi günlük görevleri arasındaki bağı görmeleri beklenir. Çoğunlukla yaptıkları iş sırasında uzun vadeli amaçları dikkate almazlar ve bu sayede moralleri ve verimlilikleri negatif olarak etkilenir.

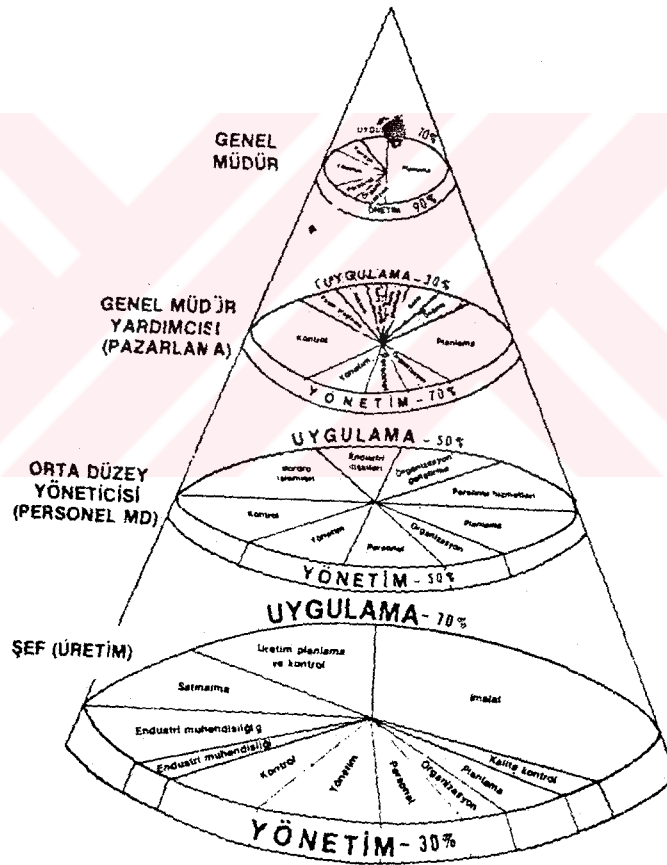
<i>Bir Yöneticinin Zaman Profili</i>			
Faaliyet	Tahmin	Gerçekleşen	Planlanan
1. Planlama	% 50	% 30	% 40
2. Rapor ve kontrol	20	10	5
3. Kurmay toplantıları	15	21	10
4. Sekreter	5	3	5
Dikte			5
5. Telefon	5	8	5
6. Sosyal faaliyetler	5	20	25
7. Fabrika ziyaretleri	0	8	5
	% 100	% 100	% 100

Tablo 1.1. Bir Yöneticinin Zaman Profili²²

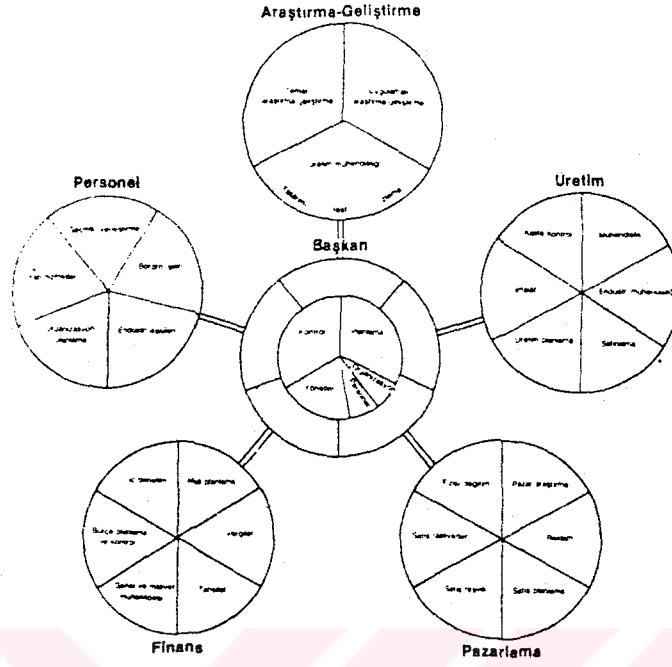
21 Rand K.Spero Managing Time Horizons, Journal for Quality and Participation, March 1992,s.100

22 Mackenzie, s.41

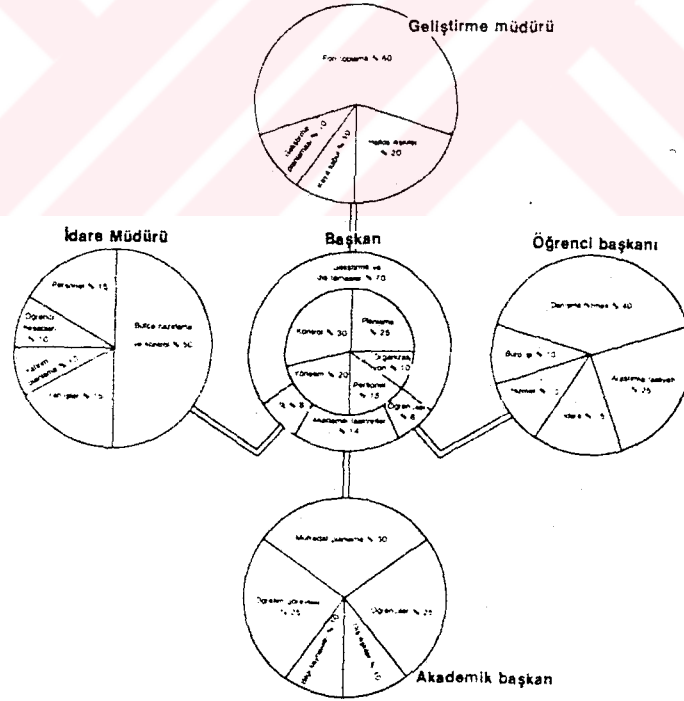
Yönetim zaman konisi



Şekil 1.5. Yönetim Zaman Konisi 23



Şekil 1.6. Bir Şirket Başkanının ve Ekibinin Zaman Profili²⁴

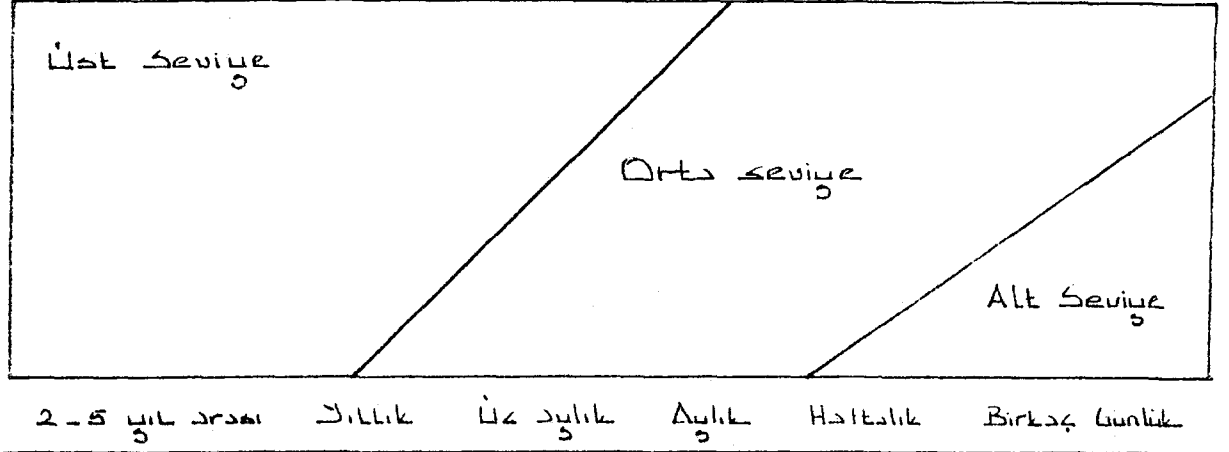


Şekil 1.7. Altı Yüksek Okul Yöneticisinin ve Ekibinin Zaman Profili²⁵

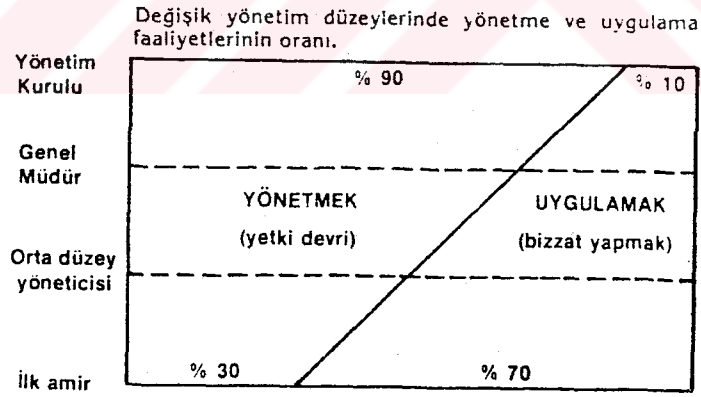
24 Mackenzie, s.46

25 Mackenzie, s.47

İş planlama seviyesi ve zaman perspektifi



Şekil 1.8. İş Planlama ve seviyesi ve Zaman Perspektifi²⁶



Şekil 1.9. Değişik yönetim düzeylerinde yönetme ve uygulama faaliyetlerinin oranı²⁷

²⁶ Spero, s.101

²⁷ Mackenzie, s.48

1.13. ZAMAN TUZAĞINA YAKALANMAMA ÇARELERİ

"Aşağıda on iki ülkenin üst düzey yöneticisiyle zaman yönetimi konusunda yapılan görüşmelerden çıkarılan zaman tuzakları açıklanmaktadır."²⁸ Yöneticilerin kendi zaman tuzaklarını çözümlemesine yardımcı olmak amacıyla her biri için bazı nedenler ve çözüm yolları önerilmiştir. Zaman tuzakları yapı itibarıyla evrensel olsalar da nedenleri ve çözümleri kişiseldir.

ZAMAN TUZAĞI	MUHTEMEL NEDENLERİ	ÇÖZÜMLERİ
Plansızlık	Yarar görememe	Planlamanın zaman aldığını ama sonunda zaman kazandırdığını bilin
	Yönetmeye değil, yapmaya eğilimli olmak.	Yaptığınız şeylerin değil elde ettiğiniz sonuçların üzerinde durun.
	Plansız da başarı sağlanabileceği düşüncesi	Başarının yöntemler yüzünde değil, onlara rağmen kazanıldığını bilin.
İşleri önceliklere göre saptanması	Hedeflerin olmaması	Hedeflerinizi yazın, bunları ast-larınızla tartışın
Kendinizi gereğinden fazla işe adanmak.	Geniş ilgi alanı hedeflerde karışıklık.	Hayır demeyi öğrenin. İşleri öncelik sırasına koyun
	Öncelikleri belirli-yememek.	Kişisel bir zaman felsefesi geliştirin. İşleri bir program çerçevesinde yürütün.
Kriz yoluyla yönetim	Plansızlık	Plansızlıkla ilgili çözüm yollarını uygulayın.
	Gerçek dışı zaman tahminleri	Kendinize ve olasılıklarına daha fazla zaman ayırın
	Sorun çözmeye ilgi	Fırsatları değer-

28 Mackenzie, s.211

Acelecilik

duymak.

Astlarına kötü haber vermek istememeleri

Ayrıntılarda sabırsız olmak.

Gelecek için plan yapmamak.

Acil durumlarda tepki göstermek.

Çok kısa zamanda fazla iş yapmaya çalışmak.

Bilgi patlaması

Bilgisayara fazla düşkün olmak.

Elememek.

İşlerde öncelikleri belirleyememek.

Astları gereğinden fazla gözetim altında tutma.

İlendirmeye daha çok ilgi gösterin.

Kararları düzeltmek için gerekli bilginin hızla yayılmasını sağlayın.

Doğru yapabilmek için gereken süreyi ayırın. Tekrar incelemek için zaman ayırın.

Plan yapmak için zaman ayırın. Yararını göreceksiniz.

Önemliyle acil arasındaki farkı bilin.

Daha az iş yapın. Astlarınıza yetki verin.

Seçerek okuyun, hızlı okuma tekniğini geliştirin.

Bilgisayarın verdiği bilgileri seçin.

Pareto prensibini hatırlayın. Okuma işlerini astlarınıza havale edin.

Hedeflerinizi saptayın ve onlarla ilgilenin. Gereksiz işleri başkalarına devrediz.

Astlarına yetki veren ve onları serbest bırakın. Ayrıntılara ve

Gereksiz yazışmada kırtasiyecilik ve verimsiz okumak.

Sudan ve gereksiz işler.

		yöntemlere değil sonuçlara bakın.
	Yetki vermeyi reddetmek. Uygulamaya karışarak kendini daha çok güven içinde hissetmek.	Yetki vermeden hiçbir işi başkaları yoluyla yaptıramıyacağınızı bilin.
Ziyaretçiler	Sosyal ilişkilerden haz duymak.	Bu işi başka yerde yapın. Ziyaretçilerle dışarıda buluşun. Gerekirse öğle yemeği teklif edin. Ayakta toplantı yapın.
	Hayır diyememek.	Eleyin. Hayır deyin. Yerinizde bulunmayın. Açık kapı politikasını değiştirin.
Telefon.	Özdenetim eksikliği	Konuşmaları eleyin ve gruplar halinde toplayın. Kısa konuşun.
	İlgilenme ve bilgi sahibi olma isteği	Gereksiz işlerle ilgilenmeyin.
Toplantılar	Kararlardan sorumlu tutulmak korkusu kararsızlık.	Toplantı yapmadan karar verin.
	Fazla iletişim.	Gereksiz toplantılardan vazgeçin. Sadece gerekli toplantılar düzenleyin.
	Kötü liderlik.	Gündem kullanın. Konudan uzaklaşmayın. Toplantıları zamanında sınırlayın.
Kararsızlık.	Olaylara karşı güvensizlik.	Bilgileri buluş ve saptama sistemleri geliştirin.

Yetki vermemek

Bütün gerçekleri bilmekte ısrar etmek

Bir hatanın sonuçlarından korkmak.

Mantıklı bir karar verme işleminin olmaması.

Astaların yetersiz olamsından korkmak.

Astların becerisinden korkmak.

Astlara fazla iş verilmesi.

Riskleri kaçınılmaz olarak kabul edin. Bütün gerçekleri bilmenizde karar verin.

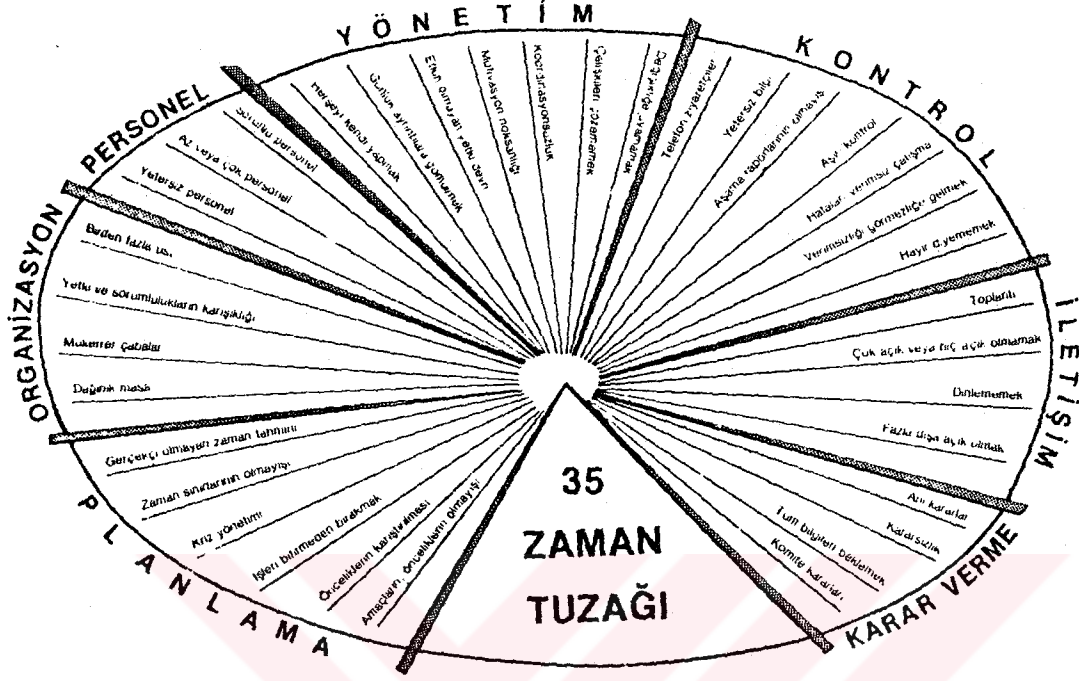
Astlarınıza hata yapma hakkı tanıyın. Hataları bir öğrenme işlemi olarak kullanın.

Olayları öğrenin, hedefleri saptayın. Seçenekleri ve olumsuz sonuçları bilin. Kararı verin ve uygulayın.

Eğitin. Hataları hoş görün. Gerekirse elemanları değiştirin.

Tam yetki verin. Teşvik edin. Şirketin büyümesini sağlayın.

İşleri dengeleyin. Yeterli sayıda eleman bulun. İşleri önem sırasına göre saptayın.



Şekil 1.10. Yönetim görevleriyle ilgili zaman tuzakları²⁹

İKİNCİ BÖLÜM
ZAMAN PLANLAMA TEKNİKLERİ

2. ZAMAN PLANLAMA TEKNİKLERİ

2.1. GANTT

2.1.1 GANTT ŞEMASI

"Bu yöntemde bir faaliyetin yapılması için gerekli olan zaman yatay bir çizgi ile gösterilir ve çizginin boyu veya uzunluğu faaliyetin süresi ile orantılıdır."³⁰ Aynı şema içinde birden fazla faaliyet gösterilir. Şema satır ve sütunlardan oluşur. Satırlar faaliyetleri, sütunlar zamanı kapsar. "Zaman soldan sağa doğru akar."³¹ Örnek olarak bir GANTT şeması şekil 2.1.1.'de gösterilmiştir.

ZAMAN FAALİYET	HAFTA															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
A	└─┘															
B					└─┘											
C											└─┘					

Şekil 2.1.1.

Şemadaki faaliyetler incelendiğinde, işin ne zaman ve ne kadarının yapılması gerektiği açık olarak görülür. 8. hafta sonunda A faaliyetinin tümü B faaliyetinin 2/3'ü tamamlanmalıdır.

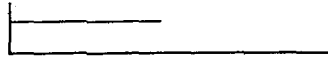
GANTT şemalarının faydaları şunlardır:

1. Faaliyetin başlama, ilerleme, bitiş zamanları denetim altındadır.
2. Gerçek yapılan işle, yapılması planlanan işin mukayesesi ve sapmaların mevcutiyyetinde gerekli düzeltmelerin anında yapılması olanağı vardır.

Faaliyetin gerçek ilerleyişinin gösterilmesi için faaliyet sembolünün sol üst köşesinden, faaliyet çizgisine paralel bir çubuk çizilir. Bu çubuğun boyu yapılan işin yüzdesini gösterir. Yüzde 50'si tamamlanan bir faaliyet şekil 2.1.2'de gösterilmiştir.

³⁰ Osman Halaç, Kantitatif Karar Verme Teknikleri, İstanbul, Evrim Dağıtım, 1991,s.183

³¹ Hüseyin Başlıgil, Alptekin Erkollar, Proje Yönetimi, İstanbul, Eğitim Yayınları, 1990,s.8



Şekil 2.1.2

Şekil 2.1.3. incelenirse 7.haftanın sonundaki durumun analizi şu sonuçları çıkarır.

- A faaliyeti tamamlanmalıdır, gerçekte de bitirilmiştir.
 B faaliyetinin yüzde 50'si tamamlanmalıdır, gerçekte %17'si bitirilmiştir.
 C faaliyetine başlanmamalıdır ama gerçekte başlanmıştır.
 D faaliyetinin %62'si tamamlanmalıdır ama gerçekte %50'si bitirilmiştir.
 F faaliyeti tamamlanmalıdır, gerçekte başlamamıştır.
 G faaliyetinin %87'si tamamlanmalıdır ama gerçekte bitirilmiştir.

ZAMAN FAALİYET	H A F T A															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
A																
B																
C																
D																
E																
F																
G																

Şekil 2.1.3.

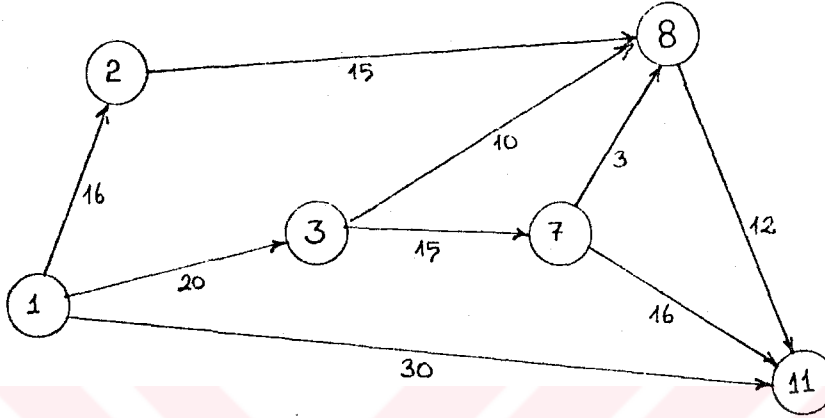
2.1.2. GANTT ŞEMASINDAKİ SORUN

GANTT şemasında faaliyetler arasındaki mantıksal bağıntılar gösterilemez ve anlaşılabilmesi olanaksızdır. Ancak şema ok diagram esas alınarak hazırlanırsa, bu güçlük ortadan kaldırılır. Şebeke (ok diagramı) de faaliyetler arasında mantıksal bağıntıları açık olarak gösterir, onun analizinde çok kıymetli bilgiler elde edilir. Örneğin kritik yol, bolluk bu bilgilerden bazılarıdır. Bununla beraber, GANTT şemasının büyük servetinden yoksundur. "Bunlar:

- Uzunluk zamanı gösterir.

b. Şema çalışmanın gelişmesini kaydetmek için kullanılır."³²

Her ikisinde bulunan bu faydalar birleştirilir. Ok diagramı çubuk (GANTT) şeması haline dönüştürülür. Bunun için kullanılan yöntem aşağıda gösterilmiştir. Bu anlatımda şekil 2.1.4'ten yararlanılmıştır.



Şekil 2.1.4.

Adım-1 : Faaliyetler, baş ve kuyruk olaylarının numaraları ile adlandırılırlar. Faaliyetler kendi aralarında artan baş olay numaralarına göre sıralanarak bir liste yapılır. Sıralama esnasında birden fazla faaliyet aynı baş numarasını içeriyorsa onlar kendi aralarında artan kuyruk numaralarına göre sıralanır.

<u>Kuyruk</u>	<u>Faaliyet Baş</u>	<u>Süre (Hafta)</u>
1	2	16
1	3	20
3	7	15
2	8	15
3	8	10
7	8	3
1	11	30
7	11	16
8	11	12

Adım-2 : GANTT şemasının çatısı yapılır. Soldan sağa zaman ölçeği yerleştirilir.

Adım-3 : Birinci satıra listedeki ilk faaliyet yerleştirilir. Başına ve sonuna sırasıyla baş ve kuyruk numaraları yazılır. (Bu yazılma kuralı tüm faaliyetler için uygulanır)

2.1.3. GANTT ŞEMASINDA KRİTİK YOLUN BULUNMASI

Bir ok diagramında proje süresi kritil yolu oluşturan faaliyetler sürelerinin toplamı olup, bu süre projenin başlangıç noktası ile bitiş noktası arasında bulunan faaliyet zincirlerinin en uzunudur. "Bu nedenle GANTT kartını oluşturan faaliyetler arasında kritik faaliyetlerin bulunup kritik yolun gösterilmesinde uygulanan kural:"³³

Adım-1 : GANTT kartında faaliyet çubuklarının en uç noktası belirlenir. Bu çubuğun kuyruk numarası ile aynı baş numarayı bulunduran faaliyet/faaliyetler belirlenir.

Adım-2 : Belirlenen faaliyet/faaliyetlerin kuyruk numaralarıyla aynı baş numarayı bulunduran faaliyet/faaliyetler belirlenir.

Adım-3 : Adım 2, en sol kuyruk numarasını içeren faaliyet/faaliyetlere ulaşıncaya kadar devam edilir.

Adım-4 : Bu saptanan noktalar kesik hatlarla birbirleriyle birleştirilir.

Şekil 2.1.5'de gösterilen GANTT şemasında kritik yolu oluşturan faaliyetler incelendiğinde,

1. Bir Faaliyetin bitimiyle, diğer faaliyet/faaliyetler derhal başlar.
2. Kritik faaliyet sürelerinin toplamı proje süresine eşittir.

2.1.4. GANTT ŞEMASINDA BOLLUKLARIN BULUNMASI

Kritik faaliyet diğer kritik faaliyet tarafından sınırlandırılmıştır. Kritik olmayan faaliyetlerde ise bu sınırlandırma yoktur. Bu nedenle kritik olmayan faaliyet, kendisinin baş numarası ile aynı kuyruk numarasını içeren faaliyete kadar kaydırılabilir veya süresi genişletilebilir.

Gantt şemasında bolluklar şemanın en alt faaliyetinden en üst faaliyetine doğru hareket edilerek hesaplanır. Şekil 2.1.5 de (8-11) faaliyeti sağa doğru 1 hafta kayabilir. Bu kayma miktarı en uçta baş numarası bulunan (7-11) faaliyetinin sağ ucuna kadardır. Böylece toplam ve serbest bolluğu 1 haftadır. Bağımsız bolluğu sıfırdır. Çünkü, onun hareketi 8 baş numaralı diğer faaliyetlerin sağa kayışlarını veya genişlemesini etkiler. Bu etkilenen faaliyetler (2-8), (3-8), (7-8) faaliyetleridir. (7-11) faaliyetinin bolluğu yoktur. Çünkü onun başı kritik yol tarafından kuyruğu 3-7 faaliyeti tarafından sınırlandırılmıştır. (1-11) faaliyeti 21 hafta kadar yüzebilir ve bu yüzmede hiçbir faaliyeti etkilemez. Toplam serbest

ve bağımsız bolluğu 21 haftadır. (7-8) faaliyeti yalnız (8-11) faaliyeti yüzdürüldüğünde yüzdürülebilir. (7-8) faaliyeti (8-11) faaliyeti (8-11) faaliyetinin toplam bolluğuna eşittir. Serbest ve bağımsız bolluğu yoktur.

(3-8) faaliyeti, (8-11) faaliyetine ulaşınca kadar, 8 hafta kaydırılabilir. Eğer (8-11) faaliyeti 1 hafta kaydırılırsa (3-8) faaliyeti bir hafta daha yüzdürülebilir. Toplam bolluğu 9 hafta serbest bolluğu 8 haftadır. Benzer olarak (2-8) faaliyetinin toplam bolluğu 8 hafta, serbest bolluğu 7 haftadır.

(3-7) ve (1-3) faaliyetinin bolluğu yoktur. Çünkü kritik faaliyetlerdir. (1-2) faaliyeti diğer faaliyetler yüzdürüldüğü zaman bolluğu içerir, serbest bolluğu sıfırdır.

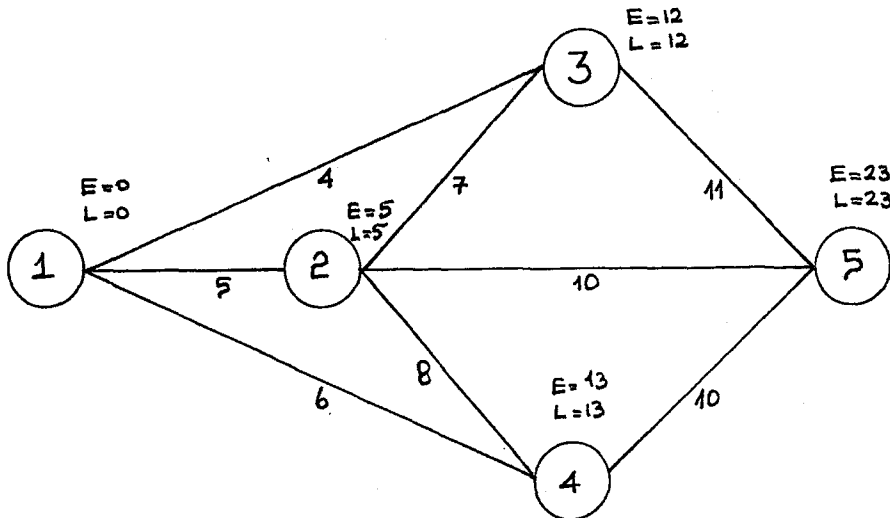
Gantt şemalarında faaliyetlerin bolluklarının gösterilmesinde değişik çizim metodları kullanılır. Bunlar:

- (a) Sınırlanmış Gantt şeması
- (b) Zaman ölçümlü Gantt şeması

2.1.5. SINIRLANMIŞ GANTT ŞEMASI

Bu methodda faaliyet zincirleri gösterilir. İlk olarak kritik yolu oluşturan faaliyet zinciri, tek bir çubuk olarak çizilir. Diğer faaliyet zincirleri kritik yolu oluşturan faaliyetlerin baş ve kuyruk durumlarına göre şemaya tek bir çubuk olarak yerleştirilir.

Şekil 2.1.6. daki şebekenin bu methodla çizilen gantt şeması şekil 2.1.7. de gösterilmiştir.

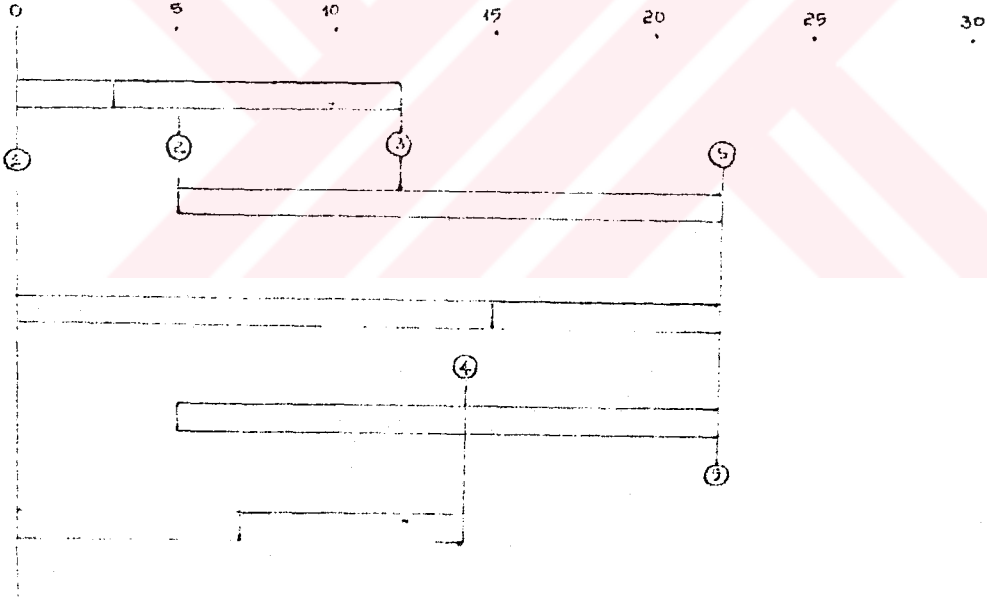


Şekil 2.1.6

FAALİYET	SÜRE	BAŞLAMA		BİTİŞ		T	F	I
		ERKEN	GEÇ	ERKEN	GEÇ			
1-2	5	0	0	5	5	0	0	0
1-3	4	0	8	4	12	8	8	8
1-4	6	0	7	6	13	7	7	7
2-3	7	5	5	12	12	0	0	0
2-4	8	5	5	13	13	0	0	0
2-5	10	5	13	15	23	8	8	8
3-5	11	12	12	23	23	0	0	0
4-5	10	13	13	23	23	0	0	0

Bu şebekede iki kritik yol vardır. Bunlar 1-2-3-5 ve 1-2-4-5 yollarıdır.

Burada kritik yolun E ve L'leri aynı olan olaylar arasında uzandığını söylemek mümkün değildir. Kritik yolun saptanmasında bollukları 0 olan faaliyetlerin belirtilmesi gerekmektedir.

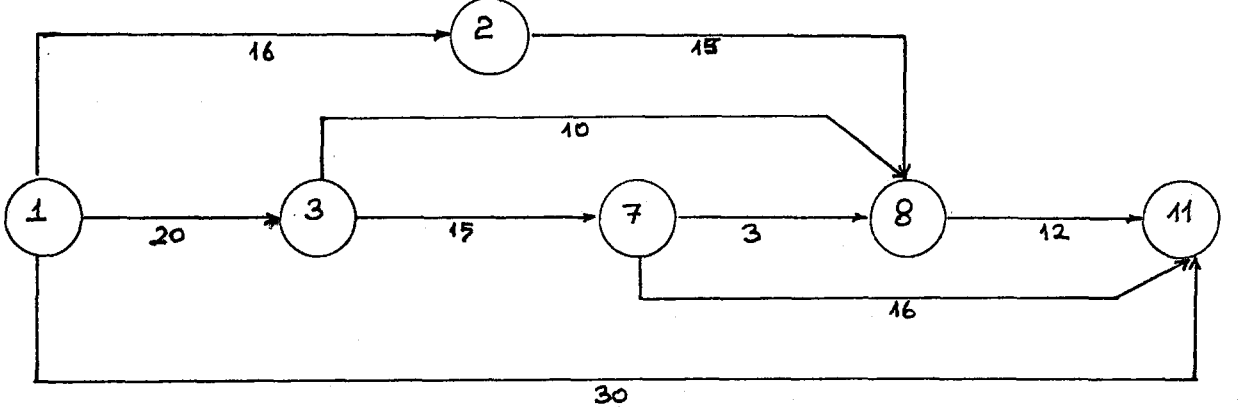


Şekil 2.1.7

Kritik olmayan faaliyet/faaliyetler çubuklarının sağ uçları kritik yol üzerinde bulunan kendileriyle ortak numaralara kadar uzatılır. Bu uzatılan parça bollukları gösterir. Şekilde bolluklar tarafı çubuklarla gösterilmiştir.

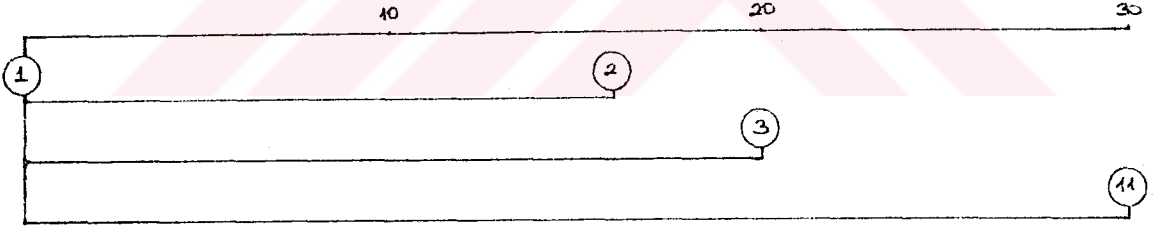
2.1.6. ZAMAN ÖLÇÜMLÜ GANTT ŞEMASI

Ok şebekesinin faaliyetleri kağıdın kenarına paralel çizilirse, çizimi oldukça basitleştirir. Şekil 2.1.4. deki şebeke şekil 2.1.8'de tekrar düzenlenmiştir.



Şekil 2.1.8

Başlangıç olayından başlayan faaliyetler çizilir ve her faaliyet kendisi ile ilgili olay numaralarıyla gösterilir. (Şekil 2.1.9)



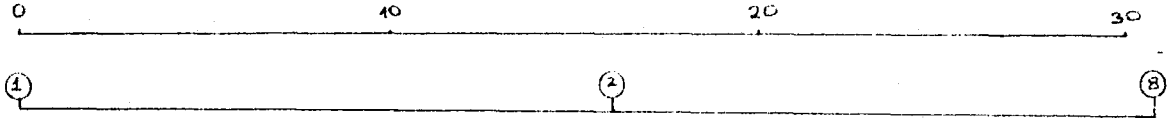
Şekil 2.1.9

Ara faaliyetler aşağıdaki koşullardan biri olarak çizime girer.

- Tek bir faaliyet olarak devam eder. (1-2 faaliyeti 2-8 faaliyeti olarak devam eder.)
- Olay iki veya daha fazla faaliyete dallanır. (1-3 faaliyeti, 3-7 ve 3-8 faaliyetlerine dallanır.)

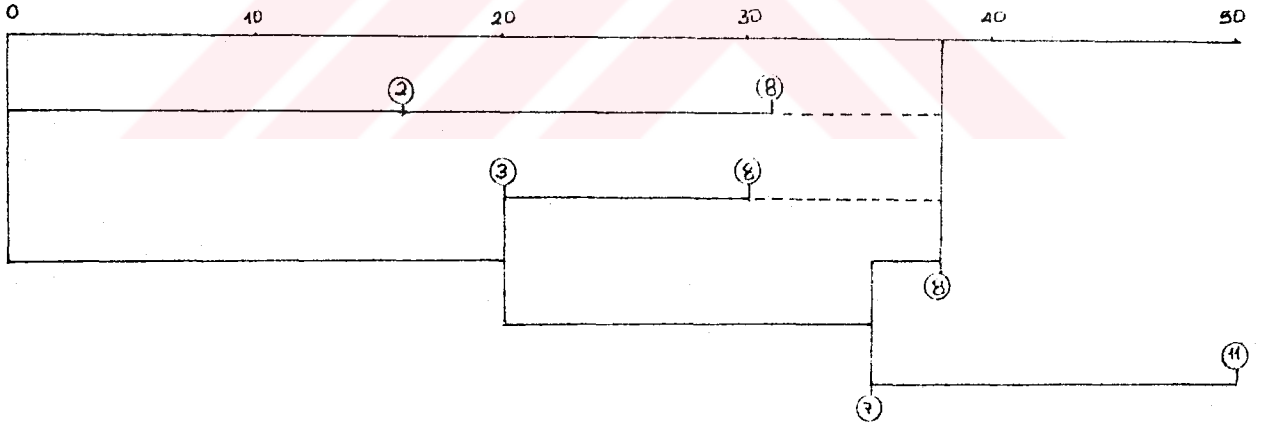
c. İki veya daha fazla faaliyet bir ortak olayda birleşir. (1-11 faaliyet 11 no'lu olayda 7-11 ve 8-11 faaliyetleriyle birleşir. Çizim aşağıdaki şekilde devam eder.

a. I. Koşulda bir önceki faaliyet devamı olan faaliyetin uzunluğu kadar büyütülür. (Şekil 2.1.10)



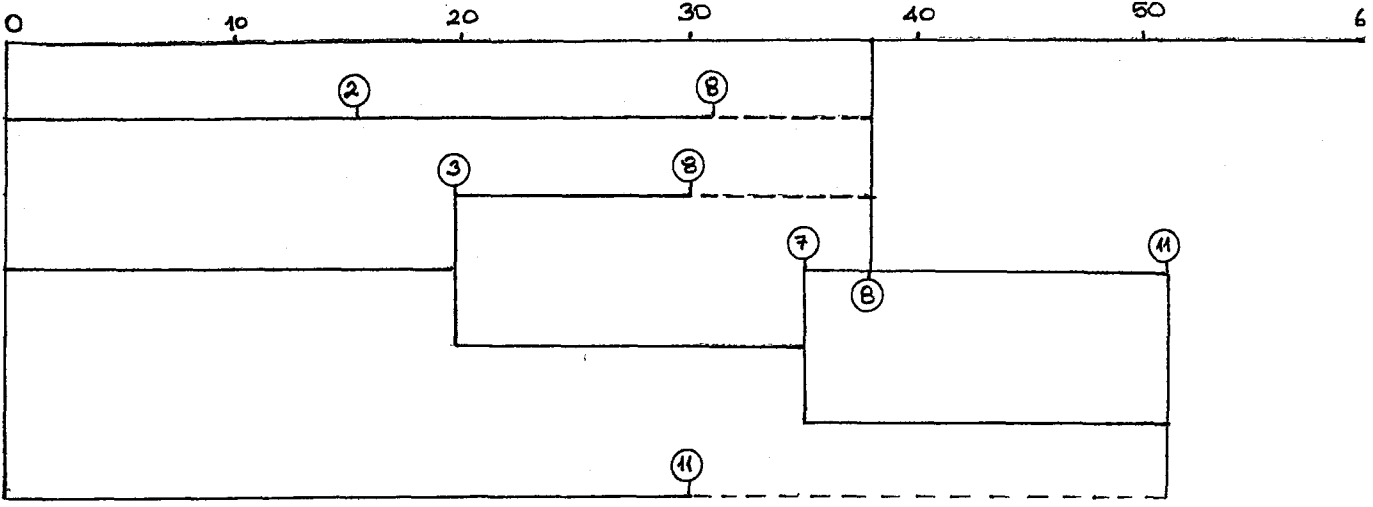
Şekil 2.1.10

b. II. Koşulda, faaliyetin sağ ucundan düşey bir çizgi çizilir ve bu çizgiye dik çizimle dal faaliyetler yerleştirilir. (Şekil 2.1.11)



Şekil 2.1.11

c. III. Koşulda, ortak bir faaliyette birleşen faaliyetlerin tümü çizilinceye kadar beklenir. Örneğin: 2-8, 3-8 ve 7-8 faaliyetlerinin tümü çizilene kadar beklenir, sonra birleşecek faaliyetlerin içinde en sağda bulunan uçtan düşey bir sınır çizgisi çizilir ve bu çizgiyle birleşen faaliyetler kesik bir çizgiyle birleştirilir. Bu kesik çizgiler serbest bolluğu gösterir (Şekil 2.1.12)



Şekil 2.1.12

Yukarıdaki işlem en son olaya ulaşıncaya kadar tekrar edilir.

2.2. CPM (KRİTİK YOL METODU)

2.2.1.Genel Bilgiler

Proje yönetimindeki temel amaçlardan biri de her faaliyetin başlayacağı takvim gününü gösteren bir program elde etmektir. Bu istek, projedeki tüm faaliyetlerin hepsinin birden aynı anda başlamadığının varsayıldığına göstermektedir. Gerçekten de, projeyi oluşturan çeşitli faaliyetlerin farklı başlama tarihleri vardır. Buna göre amaç, bir program elde etmek için başlama tarihlerinin belirlenmesidir.

Bir faaliyetin başlama tarihini saptarken, bazan muhtemel başlama zamanında değişiklikler olabileceğini görürüz. Bazı faaliyetler, belli bir zaman sınırı içinde herhengi bir tarihte başlayabilir ve yine de, projenin tümünün tamamlanma tarihine etkisi olmaz. Örneğin yeni bir yolun kenarına evler inşa ediyorsak, sokakların başına bir isim levhası dikmek gerekir. Kısa bir süre alacak olan bu iş ne zaman olsa yapılabilir. Başka bir deyişle başlama zamanı herhangi bir zaman olabilir. Bazı faaliyetlerin başlama zamanında değişiklik yaratmaz. Yukarıda sözü edilen ev inşaatı örneğinde, evlerin alanı düzenlenmeksizin hiç bir inşaatı girilmez. Düzenlemenin başlama tarihinin gecikmesi tüm projenin gecikmesine neden olabilir.

"Projeye ilişkin programı elde etmek amacı ile yararlanılan tekniklerin önemlilerinden biri de "Kritik Yol Metodu" olarak adlandırılır. Kaynaklarda "Critical Path Method" sözcüklerinin başharflerinden oluşan kısaltma ile CPM olarak geçen bu yöntem projeye ilişkin çok sayıda sorunun yanıtlanmasını sağlar."³⁴

Bu soruların bazıları şunlardır:

* Yatırımın toplam süresi ne kadardır ?

* Hangi faaliyetler yatırımın toplam süresini doğrudan etkiler! Bunların tamamlanma sürelerinde yapılacak değişiklikler yatırım süresini nasıl etkiler ?

* Yatırım süresini sabit tutabilmek için hangi faaliyetler belirli bir zamanda bitmelidir ?

* Hangi faaliyetlerde belirli bir zamanda bitirme zorunluluğu yoktur? Hangi faaliyetler bir zaman aralığı içinde istenilen bir tarihte başlayıp bitirebilirler ?

* Programın mücade ettiği, faaliyet zaman aralıkları ne kadardır ?

* Hazırlanmış bir iş programında yukarıda belirtilen soruların yanıtlarını hangi etkiler bozar ?

34 İ.İlhami Karayalçın, Harekat Araştırması Dersleri, Gümüşsuyu, İstanbul Teknik Üniversitesi Matbaası, 1968,s.227

Bu soruların yanıtlanabilmesi için üç ayrı değerin hesaplanması gerekecektir. Bunlar düğüm noktalarının en erken tamamlanma zamanı, en geç tamamlanma zaman ve kritik yörüngedir.

2.2.2. EN ERKEN VE ENGEÇ TAMAMLANMA ZAMANI

a. En Erken Tamamlanma Zamanı (E)

"Düğüm noktalarını en erken tamamlanma zamanı bulunacak projenin en erken bitebileceği tarih bulunabilir."³⁵

Ağ diagramındaki bir (j) düğüm noktasını gözönüne alalım. Bu düğüm noktasında başlayan ve biten faaliyetler vardır. öncelikler bu (j) düğüm noktasında biten faaliyetin en erken tamamlanma zamanının nasıl belirlenebileceğini görelim.

Bu zaman kendinden bir önceki (i) düğüm noktasının en erken tamamlanma zamanına (ij) faaliyetinin süresi eklenerek elde edilir. Eğer bir düğüm noktasında birden fazla faaliyet bitiyorsa, bu düğüm noktasının en erken tamamlanma zamanının en büyüğüdür. Görüldüğü gibi, (j) düğüm noktasının en erken tamamlanma zamanı için, bu düğüm noktasına faaliyetle bağlı olan bir önceki düğüm noktası veya noktalarının en erken tamamlanma zamanlarının bilinmesine gereksinim vardır. Bu nedenle hesaplamaya ağ diagramının başlangıç düğüm noktasından başlanır ve oklar izlenerek bitim noktasına kadar tüm düğüm noktalarında biten faaliyetlerin, yani düğüm noktasının en erken tamamlanma zamanları hesaplanır. Bunu şöyle gösterebiliriz.

$$E_j = E_i + S_{ij}$$

Burada;

E_j = j olayının en erken tamamlama zamanı

E_i = Bir evvelki i olayının en erken tamamlama zamanı

S_{ij} = Başlangıç olayı i ve bitim olayı j olan faaliyetin süresi

b. En Geç Tamamlanma Zamanı (G)

Ağ diagramının son düğüm noktasına ait en erken tamamlanma zamanı E aynı zamanda projenin en erken tamamlanma zamanıdır. Bu süre projenin düşünülen PS süresinden bağımsız olarak bulunmaktadır. E son ile yatırımın düşünülen süresi arasında şu bağıntılar vardır.

$$E_{son} = PS$$

Son düğüm noktasına ait en erken tamamlanma zamanı proje süresine eşittir.

$$E_{\text{son}} > PS$$

Son düğüm noktasına ait en erken tamamlanma zamanı proje süresini aşmaktadır.

$$E_{\text{son}} < PS$$

Son düğüm noktasına ait en erken tamamlanma zamanı proje süresinden kısadır.

Son iki durumda programda düzeltme yapılır. Bu durum daha sonra inceleneceğinden burada ilk bağıntının geçerli olduğu durum kabul edilecektir. Buna göre, projenin süresinde gerçekleşebilmesi için tüm işlerin kesinlikle E_{son} zamanında bitirilmiş olması gerekmektedir. Burada da son düğüm noktasında birleşen faaliyetlerin en geç ve en erken tamamlanma zamanlarının aynı olması zorunluluğu ortaya çıkar.

$$E_{\text{son}} = G_{\text{son}} = PS$$

"Yukarıdaki bağıntıya göre ağ diagramının son düğüm noktasına ait en geç tamamlanma zamanı belli olduğuna göre, faaliyetler, oklar geriye doğru izlenerek i düğüm noktasının en geç tamamlanma zamanı G bir ilerki j düğüm noktasına ait en geç tamamlanma zamanından, iki düğüm noktası arasındaki faaliyetin süresi çıkarılarak elde edilir."³⁶ Yani,

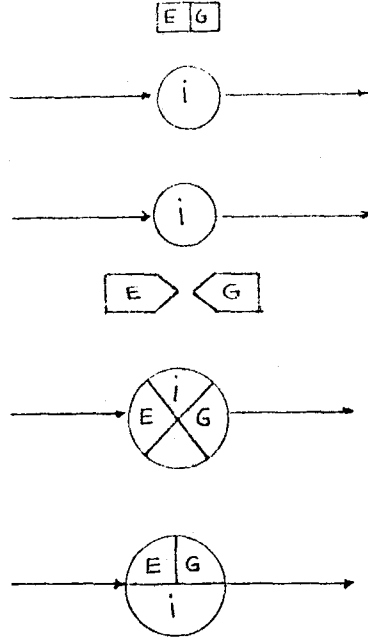
$$G_i = G_j - S_{ij}$$

Bu geriye doru gidişte eğer, herhangi bir düğüm noktasına birden fazla faaliyetle gelinebiliyorsa, yukarıdaki bağıntı kullanılarak, birden fazla en geç tamamlama zamanı elde edilecektir. Bu değerlerden en küçük olanı, o düğüm noktasında biten faaliyetlerin ve dolayısıyla o düğüm noktasının en geç tamamlama zamanı olarak seçilir.

c. Zamanların Gösterilimi

Düğüm noktalarına ilişkin zamanların ağ diagramı üzerinde gösterilimi için değişik öneriler vardır. Bunlar şekil 2.2.1. de gösterilmiştir. Anlamları açısından aynı olan bu gösterim türlerinden dördüncüsü bundan sonraki bölümlerde esas olarak alınacaktır.

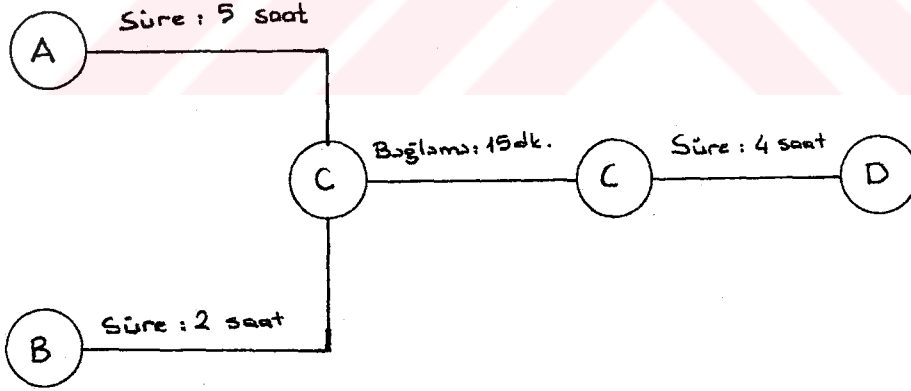
36 Herbert Moskowitz ve Gordon P.Wright, Operation Research Techniques for Management, New Jersey, Prentice-Hall Inc.,1979,s.718



Şekil 2.2.1

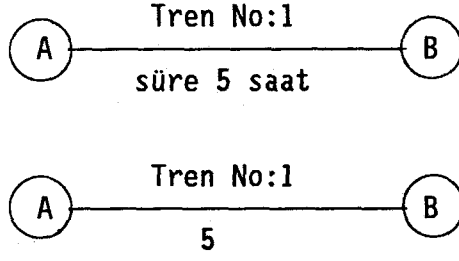
2.2.3. E ve G'NİN ANLAMI

Bu erken ve en geç tamamlama zamanının anlamını ve hesaplanmasını bir örnek üzerinde açıklamaya çalışalım. Bunun için bir benzetme ile başlayabiliriz. İki treni ele alalım, 1.Tren A kentinden, 2.Tren ise B kentinden yola çıksın. (Şekil 2.2.2) Bu trenler farklı yollardan ve farklı zamanlarda C kentine gitmektedirler. C kentinde her ikisinde birbirine bağlanıp birlikte D kentine gitmektedirler.



Şekil 2.2.2

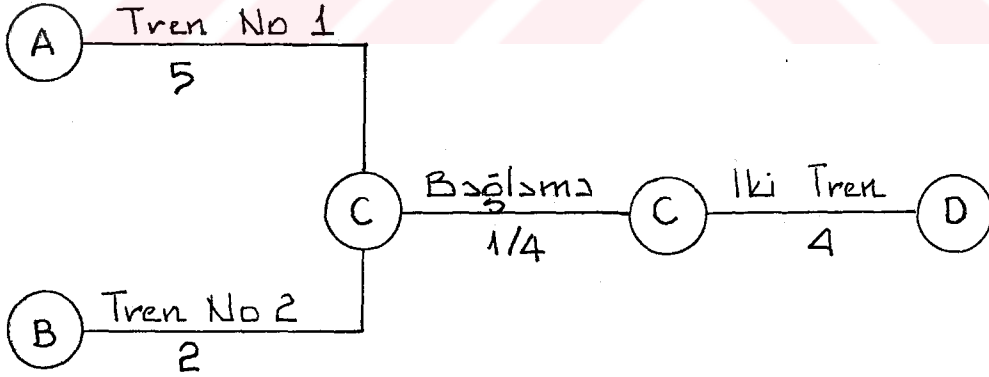
1. Tren A kentini saat 10'da terketmekte; 2.Tren ise B kentini saat 12'de terketmektedir. C kentindeki bağlanma işleminin süresi 15 dakikadır. Buna göre en erken bağlanma zamanı saat 15.00'dır. En erken ayrılma ise saat 15.15 olacaktır. İki trenin birlikte yol alma süresi 4 saat olduğuna göre, bunların D kentine en erken varış zamanı 19.15 olacaktır. Şekil 2.2.2 deki ilişkiyi basitleştirmek için şekil 2.2.3 deki gibi bir gösterim uygun olabilir.



Şekil 2.2.3

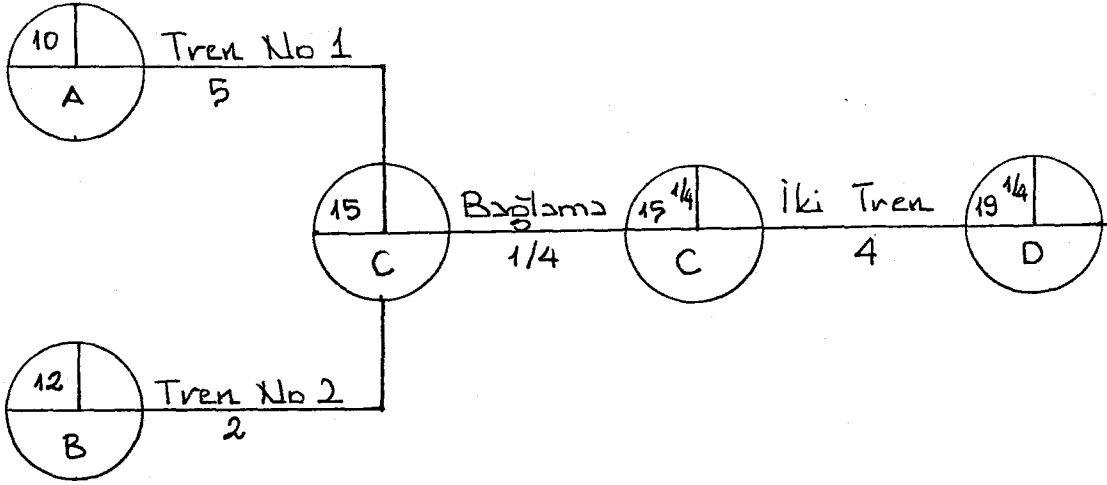
Şekil 2.2.3 de süreyi yatay okun altına yazdık. Eğer ok dikey ise süre sağ tarafa yazılır. Diğer bir zorunluluk da her zaman aynı zaman biriminin kullanılmasıdır.

Yukarıdaki örnekte zaman olarak aldığımızda elde edilen diagram Şekil 2.2.4'te görülmektedir.



Şekil 2.2.4

Ağ diagramının standart gösteriminden yararlanarak şekil 2.2.5 oluşturabiliriz.



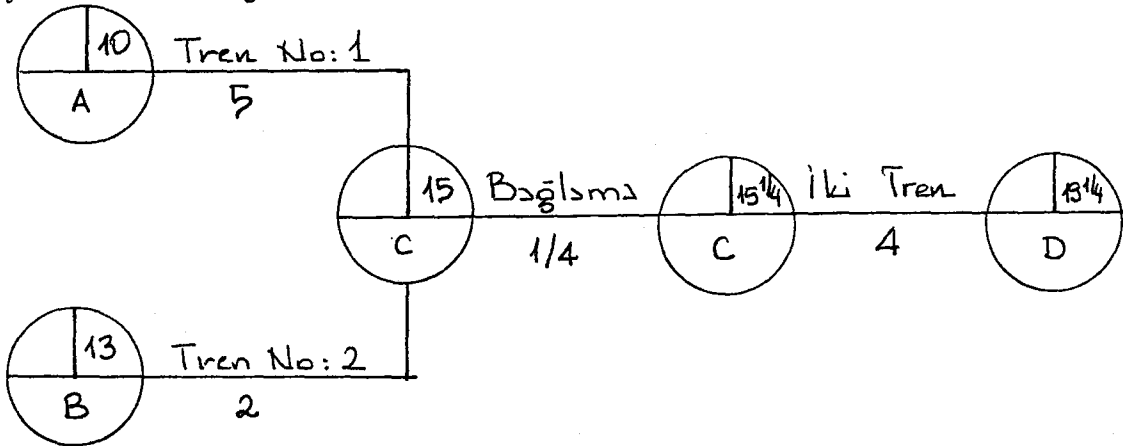
Şekil 2.2.5 Tren probleminde E'ler

En erken tamamlanma zamanı saptandıktan sonra şimdi en geç tamamlanma zamanını belirlemeye çalışacağız.

Buradaki sorun, birleştirilmiş trenlerin D kentine 19.15'ten daha geç varmamalarıdır. C kentinden D kentine gidiş süresi 4 saat olduğuna göre bağlantı işleminin en geç 15.15'te bitmesi gerekir. Bu mümkün olan en geç varış saati 19.15'te varış süresi olan dört saati çıkarmakla bulunur.

Bunun gibi her iki trenin C kentine en geç varış zamanı 15.00 dır. Bu da bağlantı işleminin mümkün olan en geç bitiş zamanı 15.15'de bağlantı süresi olan 15 dk.yı çıkararak bulunur. Her iki trenin C kentine en geç varış zamanı saat 15.00 olduğuna göre geriye giderek tren 1'in A kentine, tren 2'nin B kentine varış koşullarını bulabiliriz.

Tren 1'in A kentinden C kentine gidiş süresi 5 saat olup C kentine en geç varış zamanı 15.00 dır. Bu nedenle tren 1'in A kentinden ayrılmasından evvel yapılması gereken tüm işler saat 10.00'dan önce tamamlanmış olmalıdır. Bunun gibi tren 2'nin B kentinden ayrılmadan önce yapılması gereken tüm işlerin saat 13.00'da tamamlanmış olması gerekir. Tüm bu işlemlerin sonucunda belirlenmiş olan en geç tamamlanma zamanları Şekil 2.2.6'da görülmektedir.



Şekil 2.2.6 Tren probleminde G'ler

2.2.4. KRİTİK YÖRÜNGENİN BELİRLENMESİ

Tüm düğüm noktalarında E ve G değerleri hesaplanmış olan bir ağ diagramında herhangi bir i-j faaliyetini gözönüne alalım. (Şekil 2.2.7)



Şekil 2.2.7

Bu faaliyet, başlangıç ve bitiş noktalarındaki E ve G değerleri bakımından üç farklı şekilde olabilir.
i-j faaliyeti,

$$E_i < G_i \quad \text{ve} \quad E_j < G_j$$

olan iki düğüm noktası arasında bulunmaktadır.

Bu durumda i-j faaliyeti en erken E_i , en geç ise G_j zamanında tamamlanmalıdır. Görüldüğü gibi bu faaliyetin belirli bir tamamlanma zamanı yoktur. Başka bir deyimle faaliyetin belirli bir serbestliği veya bolluğu vardır. Bu i-j faaliyeti E_j ve G_i zamanları arasında ne zaman biterse bitsin, proje süresine etki etmez. İşte bu koşula uyan faaliyetlere kritik olmayan faaliyetler denir.

i-j faaliyeti,

$$E_i = G_i$$

$$E_j < G_j \quad \text{veya}$$

$$E_i < G_i$$

$$E_j = G_j$$

olan iki düğüm noktası arasında bulunmaktadır. Bu iki faaliyet grubu da kritik değildir. Zira birinci grup faaliyeti $(G_j - E_j)$ zaman aralığında istenen yerde bitirilebilir.

İkinci grup faaliyetin ise, belirli bir $E_j = G_j$ zamanında bitirilmesi gerekliliği vardır. Fakat başlaması $(G_i - E_i)$ zaman aralığı içinde her zaman mümkündür.

i-j faaliyeti

$$E_i = G_i \quad \text{ve} \quad E_j = G_j$$

olan iki düğüm noktası arasında bulunmaktadır.
Burada iki ayrı durum söz konusudur.

a. Eğer $E_j + S_{ij} < E_j$ veya $G_j - S_{ij} > E_i$ ise bu tür faaliyetler kritik olmamaktadır.

b. Eğer i-j faaliyetinin süresi ile bu faaliyete ait başlangıç ve bitim düğüm noktalarının tamamlanma zamanları arasında;

$$G_j = E_i + S_{ij}$$

bağıntısı var ise bu tür işleme $E_i = G_j$ zamanında başlanılmalı ve $E_j = G_j$ zamanında da bitirmelidir.

Faaliyet süresinin uzaması durumunda $E_j = G_j$ düğüm noktasının tamamlanma zamanı ileriye gidecektir. "Bu ise PS proje toplam süresinin uzamasına neden olacaktır. İşte ağ diagramı içinde bu türden olan faaliyetlere "Kritik Faaliyetler" adı verilir."³⁷

Yukarıda yapılan açıklamaları özetleyecek olursak, bir faaliyetin kritik faaliyet olabilmesi için, aşağıdaki iki koşulu aynı anda sağlaması gerekir.

(1) Faaliyet, en erken ve en geç tamamlanma zamanları birbirine eşit olan iki düğüm noktası arasında olmalıdır.

(2) Faaliyetin başlangıç noktasının en erken tamamlanma zamanına faaliyet süresi eklenirse, faaliyetin bitiş noktasının en geç tamamlanma zamanı elde edilmelidir.

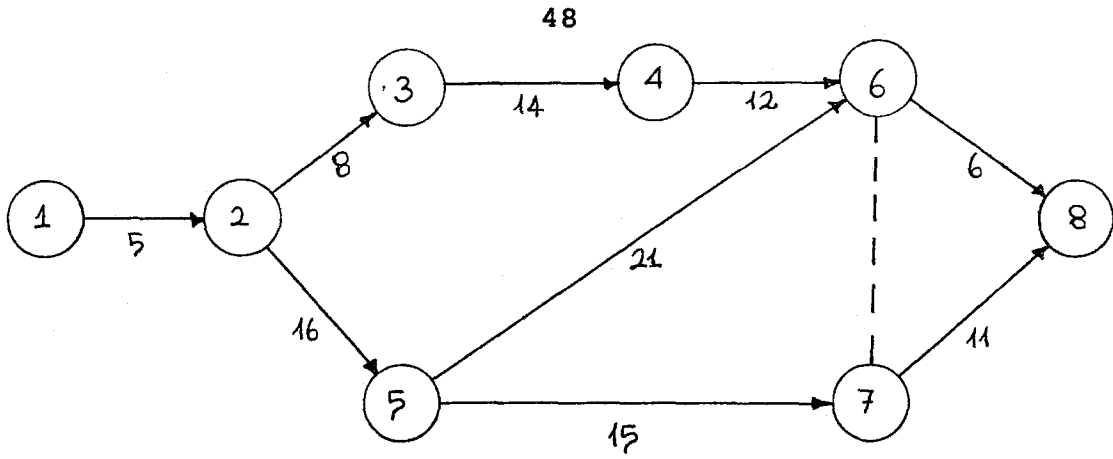
Projelerde, kritik yörünge üzerinde bulunan gösterilen süreler içinde bitirilmesi zorunludur. Zira bunların tamamlanma sürelerinde meydana gelen aksamalar yatırımın toplam süresini uzatır. Bu iş programda kritik yörünge, programın başından sonuna kadar devam eden sürekli bir zincir oluşturmalıdır. Programların, birden fazla kritik yörüngesinde olabilir.

Örnek 2.2.1

En erken tamamlanma zamanı E, en geç tamamlanma zamanı G ve kritik yörünge belirlenmesini bir örnek üzerinde inceleyeceğiz.

Şekil 2.2.8'de ağ diagramı üzerinde düğüm noktaları numaralanmış ve faaliyet süreleri de hafta olarak gösterilmiştir.

37 Hasan Erişkon, Turgut Alev, Ertuğrul Yücel, Planlama ve Kontrol, Laleli, Ömer Lütfi Sungan Kültür ve Eğitim Merkezi, 1973, s.28



Şekil 2.2.8. Örnek Problem Ağ Diagramı

Şimdi öncelikle en erken tamamlanma zamanlarını belirleyelim.

1. Başlangıç noktasının en erken tamamlanma zamanı $E_1 = 0$

2. Düğüm noktasının en erken tamamlanma zamanı 1 noktasının tamamlanma zamanına 1-2 faaliyetinin süresi eklenerek bulunur.

$$E_2 = E_1 + S_{12} = 0 + 5 = 5 \text{ hafta}$$

Benzer şekilde

3. Düğüm noktası için $E_3 = E_2 + S_{23} = 5 + 8 = 13$

4. Düğüm noktası için $E_4 = E_3 + S_{34} = 13 + 14 = 27$

5. Düğüm noktası için $E_5 = E_2 + S_{25} = 5 + 16 = 21$

olarak elde edilir.

6. Numaralı düğüm noktasına gelince, burada 4-6 ve 5-6 faaliyetlerin ikisi birden tamamlanmaktadır.

Önce 4-6 faaliyetini gözönüne alırsak bu değer şöyle bulunur.

$$E_6^{4-6} = E_4 + S_{46} = 27 + 12 = 39$$

olur. 5-6 faaliyetini gözönüne alırsak bu değer şöyle bulunur.

$$E_6^{5-6} = E_5 + S_{56} = 21 + 21 = 42$$

Bunlardan büyük olan değer 42 hafta, E_6 olarak alınacaktır. Çünkü ancak bu zamanda her iki faaliyette tamamlanmış olacaktır.

7. Düğüm noktasında da yine iki ayrı faaliyet yani 5-7 ve 6-7 faaliyetleri vardır. 6-7 kukla faaliyetidir. Bu faaliyet hesaplama da diğer faaliyetler gibi ele alınır fakat süresi sıfırdır.

7. düğüm noktasının en erken tamamlanma zamanı

$$E_7^{6-7} = E_6 + S_{67} = 42 + 0 = 42$$

$$E_7^{5-7} = E_5 + S_{57} = 21 + 15 = 36$$

yani büyük olan, 42 haftadır.

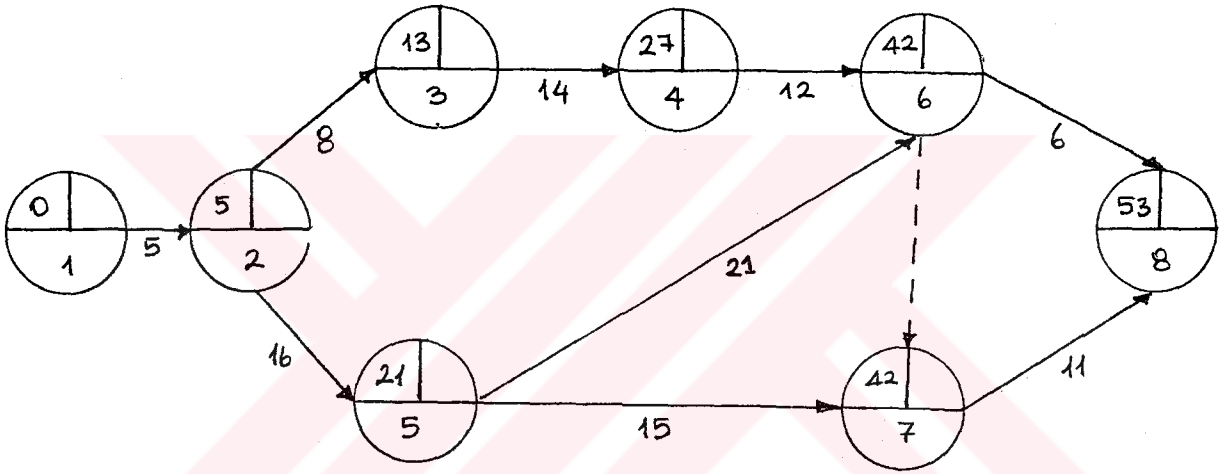
Benzer işlem sonucu düğüm noktası 8 içinde yinelenir.

$$E_8^{6-8} = E_6 + S_{68} = 42 + 6 = 48$$

$$E_8^{7-8} = E_7 + S_{78} = 42 + 11 = 53$$

Böylelikle $E_8 = 53$ olarak elde edilmiştir.

Tüm en erken tamamlanmış zamanlarını içeren ağ diagramı Şekil 2.2.9'da görülmektedir.



Şekil 2.2.9 En Erken Tamamlanmış Zamanları

Şimdi en geç tamamlanma zamanlarını bulmaya çalışacağız. Ağ diagramının son düğüm noktası olan 8 no'lu düğümün en geç ve en erken tamamlanma zamanlarını 53 hafta varsayalım. Ağ diagramında toplam süresi 53 hafta demektir.

$$G_8 = E_8 = PS = 53 \text{ hafta}$$

8. Düğüm noktasından okları geriye doğru izleyerek daha önceki düğüm noktalarının G değerleri hesaplanabilir.

7. düğüm noktası için :

$$G_7 = G_8 - S_{78} = 53 - 11 = 42$$

6.düğüm noktasına hem 8, hem de 7'den gelinebilir ve herbiri için ayrı değerler bulunur.

$$G_6^{8-6} = G_8 - S_{68} = 53 - 6 = 47$$

$$G_6^{7-6} = G_7 - S_{67} = 42 - 0 = 42$$

Geriye doğru yapılan bu işlemlerde de kukla faaliyetler normal faaliyet gibi gözönüne alınmaktadır. Ancak faaliyet süreleri sıfırdır. 6-8 yörüngesine göre 6 numaralı düğüm noktasındaki tüm faaliyetler en geç 47. haftada tamamlanmış olmalıdır. 6-7 yörüngesine göre ise bu süre 42 haftadır. Bunlardan küçük olan 42 hafta seçilir.

5. Düğüm noktası için yine 6.ve 7 noktalarından geri gelerek en geç tamamlanma zamanı hesaplanır.

$$G_5^{7-5} = G_7 - S_{57} = 42 - 15 = 27$$

$$G_5^{6-5} = G_6 - S_{56} = 42 - 21 = 21$$

$$G_5^{6-5} < G_5^{7-5} \text{ olduğundan}$$

$G_5 = 21$. hafta olarak seçilir.

4 ve 3 düğüm noktalarına yalnız bir yörüngeden geri gelinebildiği için,

$$G_4 = G_6 - S_{46} = 42 - 12 = 30$$

$$G_3 = G_4 - S_{34} = 30 - 14 = 16$$

2. düğüm noktasına 3 ve 5 noktalarından geri gelinebildiği için hesaplanacak iki değerden küçüğü alınacaktır.

$$G_2^{3-2} = G_3 - S_{23} = 16 - 8 = 8 \text{ hafta}$$

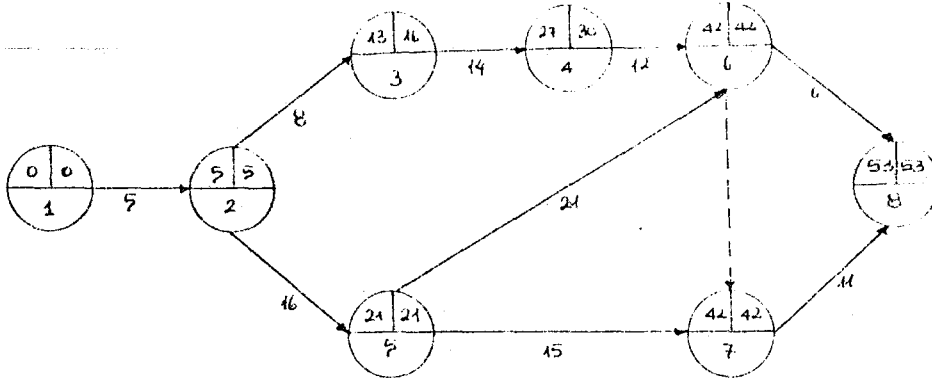
$$G_2^{5-2} = G_5 - S_{25} = 21 - 16 = 5 \text{ hafta}$$

ve nihayet başlangıç noktası olan 1 için,

$$G_1 = G_2 - S_{12} = 5 - 5 = 0$$

Böylelikle tüm G değerleri hesaplanmış olmaktadır.

Örnek problemin en erken ve en geç tamamlanmış zamanlarını içeren ağ diyagramı şekil 2.2.10'da görülmektedir.



Şekil 2.2.10 Örnek problemin E ve G değerleri

Bir ağ diagramında ilk ve son düğüm noktalarında en erken ve en geç tamamlanma zamanları birbirlerine eşit ve ilk düğüm noktasında bunlar aynı zamanda sıfır olmalıdır.

Yani,

$$E_{ilk} = G_{ilk} = 0$$

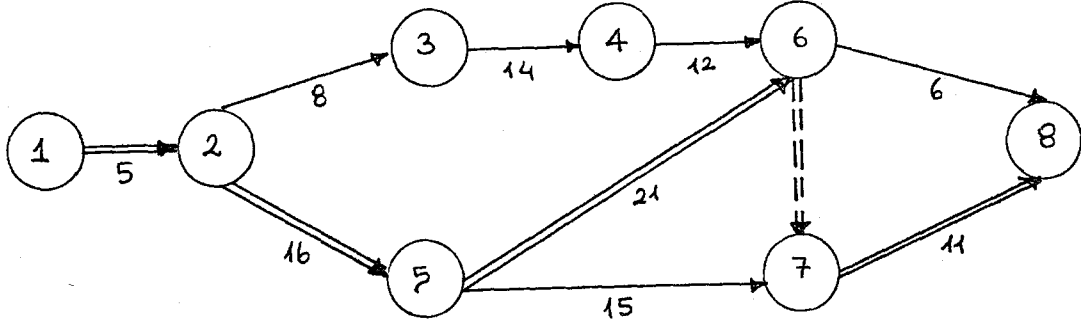
$$E_{son} = G_{son}$$

Örnek problemin ağ diagramına bakacak olursak bu iki koşulun sağlanmış olduğunu görürüz. Tüm düğüm noktalarında E ve G değerlerini hesapladığımıza göre, şimdi kritik yörüngeyi belirlemek üzere çalışalım. Kritik yörünge kritik faaliyetlerden oluşur. Bir faaliyetin kritik faaliyet olması için iki koşulu sağlaması gerekir. Birincisi, faaliyetin en erken ve en geç tamamlanma zamanları birbirine eşit olan iki düğüm noktası arasında bulunmasıdır. İkincisi ise faaliyetin başlangıç noktasının tamamlanma zamanına faaliyet süresi eklenirse faaliyetin bitiş noktasının tamamlanma zamanının elde edilmesidir.

Örnek problemde, ağ diyagramının başlangıç noktasından başlayarak bu iki koşulu birden sağlayan faaliyetler şunlardır.

Faaliyet	E_i	G_i	E_j	G_j	S_{ij}	$E_i + S_{ij}$
1-2	0	0	5	5	5	5
2-5	5	5	21	21	16	21
5-6	21	21	42	42	21	42
6-7	42	42	42	42	0	42
7-8	42	42	53	53	11	53

Bu faaliyetlerin meydana getirdiği yörüngeye kritik yörünge adı verilir. Şekil 2.2.11'de kritik yörünge çift ok ile gösterilmiştir.



Şekil 2.2.11 Örnek problemin kritik yörüngesi

2.2.5. KRİTİK YÖRÜNGENİN MATRİS YÖNTEMİ İLE BELİRLENMESİ

Kritik yörüngenin belirlenmesi için değişik yöntemler vardır. Bu yöntemlerden biri de "Matris Yöntemi"dir. Bu yöntemde kare matrislerden yararlanılır. Matrisin satır veya sütun sayısı ağ diagramının düğüm sayısına eşittir. Üstüne ve soluna düğüm noktası numaralarını yazmak için bir satır ve sütun eklenir. Matrisin soluna eklenen sütun faaliyetlerin başlangıç numarası olan (i) yi, üstüne eklenen satır ise faaliyetlerin bitiş numarası olan (j) yi gösterir. Örneğin şekil 2.2.8 de gösterilen örnek problem ağ diagramı için hazırlanan matris şekil 2.2.12'de görülmektedir.

	1	2	3	4	5	6	7	8
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								

En Geç Tamamlanma Zamanları

Şekil 2.2.12 Ağ Diagramı Matrisi

Bu durumda ağ diagramındaki her faaliyet, matriste bir göz karşılık gelmektedir. Örneğin 4-6 faaliyetinin yeri 4.satır ve 6.sütundur. Sol diagonal üzerindeki gözlere herhangi bir faaliyet karşı gelmediği için bir çizgi ile kapatılmıştır. Örnek problemin süreleri matris üzerine işlersek şekil 2.2.13 elde edilir.

E	1	2	3	4	5	6	7	8
0	1	5						
5	2		8	16				
13	3			14				
4					12			
5					21	15		
6						0	6	
7								11
8								
4								

Şekil 2.2.13

Düğüm noktalarının en erken tamamlanma zamanlarının bulunması şöyledir.
 1.Sütunda 1.satırın yanına $E = 0$ yazılır.
 2.Satırda diyagonele kadar yatay olarak gelinir, diyagonal çizgisinden 2.sütun boyunca yukarı çıkılır. Burada bulunan 5 hizasına gelindikten sonra aynı satırdan sola dönülerek bu satır hizasındaki E değeri (Burada 1.satırın $E = 0$ değeri) 5'e eklenerek, 2.satırdaki E değeri elde edilir. Bulunan değer 2.satır hizasına yazılır.

$$E_2 = 5 + 0 = 5$$

$i = 3$ satırında diyagonale kadar gelinir, buradan yukarı çıkılırsa 2.satırda 8 vardır. Bu satırdan sola gidilerek aynı satır hizasındaki 5 değeri 8'e eklenirse E_3 elde edilir.

$$E_3 = 8 + 5 = 13$$

Benzer şekilde;

$$4.\text{satırdan } E_4 = 14 + 13 = 27$$

$$5.\text{satırdan } E_5 = 16 + 5 = 21$$

6.satırda diyagonalden yukarı doğru gidilirken 21 ve 12 sayılarına rastlanır. Her iki sayı içinde yukarıda açıklanan işlem yapılarak bunlardan büyüğü 6.düğüm noktasının E'sidir.

$$21 + 21 = 42$$

$$12 + 27 = 39$$

Buna göre

$$E_6 = 42 \text{ 'dir}$$

7.satırdan

$$0 + 42 = 42$$

$$15 + 21 = 36$$

Yani $E_7 = 42$ olur.

8.satırdan $E_8 = 11 + 42 = 52$ bulunur. Böylelikle ağ diagramının düğüm noktalarının en erken tamamlanma zamanları belirlenmiş olmaktadır. Düğüm noktalarının geç tamamlanma zamanı matrisin sağ alt köşesinden başlayarak ters yönde çıkarma işlemi yapılarak hesaplanır. Ağ diagramının 8 numaralı son düğüm noktasında $E_8 = G_8 = 53$ olduğu için matrisin 8.kolonunun altına 53 yazılır. (Şekil 2.3.14)

E	J	1	2	3	4	5	6	7	8
0	1		5						
5	2			8		16			
13	3				14				
27	4						12		
21	5						21	15	
42	6							0	6
42	7								11
53	8								
G									42 ← 53

Şekil 2.2.14

Bir önceki 7 numaralı düğüm noktasının G'sini hesaplamak için, 7.sütunun altından diyagonala kadar düşey olarak çıkılır, buradan yani 7. satırdan sağa gidilerek 11 sayısına kadar gidilir. Bu sayı bulunduğu sütundaki $G = 53$ den çıkarılarak 7. kolona yani 7.düğüm noktasına ilişkin $G_7 = 53 - 11 = 42$ değeri bulunur.

6. sütunun altından diyagonala gelinerek aynı satır üzerinde sağa doğru ilerlenirse 0 ve 6 sayılarına rastlanır. Her sayı kendi sütunu altındaki G değerinden çıkarılırsa farklı iki değer bulunur. Bunlarda Küçüğü G_6 'dır.

$$42 - 0 = 42$$

53 - 6 = 47 olduğuna göre $G_6 = 42$ olur.

5.sütun ve 5.satırdan

$$42 - 21 = 21$$

42 - 15 = 27 Buna göre $G_5 = 21$ olur.

$$4.\text{sütundan } G_4 = 42 - 12 = 30$$

$$3.\text{sütundan } G_3 = 30 - 14 = 16$$

$$2.\text{sütundan } 16 - 8 = 8$$

21 - 16 = 5 olduğundan $G_2 = 5$ 'dir.

Ve nihayet 1.sütundan diyagramda yani 1.satıra kadar gelip sağa dönülürse 1.satırda yalnız 5 sayısı vardır. Bu sayı kendi sütunu altındaki $G_2 = 5$ 'ten çıkarılır ise

$$G_1 = 5 - 5 = 0 \text{ bulunur.}$$

Şimdi matris yöntemi ile kritik yörüngeyi bulmaya çalışacağız.

E = G olan Düğüm noktaları kritik yörünge üzerindedir. Şekil 2.2.15 'e bakılır ise, bunların 1,2,5,6 ve 8 no'lu düğüm noktaları olduğu görülür. Hemen görülebilmeleri için bu noktaların E sütununda yanlarına G satırında ise altlarına kritik anlamına gelen K yazılmıştır.

E	J	1	2	3	4	5	6	7	8
K 0	1	5 ^K							
K 5	2		8		16 ^K				
13	3			14					
27	4					12			
K 21	5					21 ^K	15		
K 42	6						0 ^K	6	
K 42	7								11 ^K
K 53	8								
G	0	5	16	30	21	42	42	53	
	K	K			K	K	K	K	

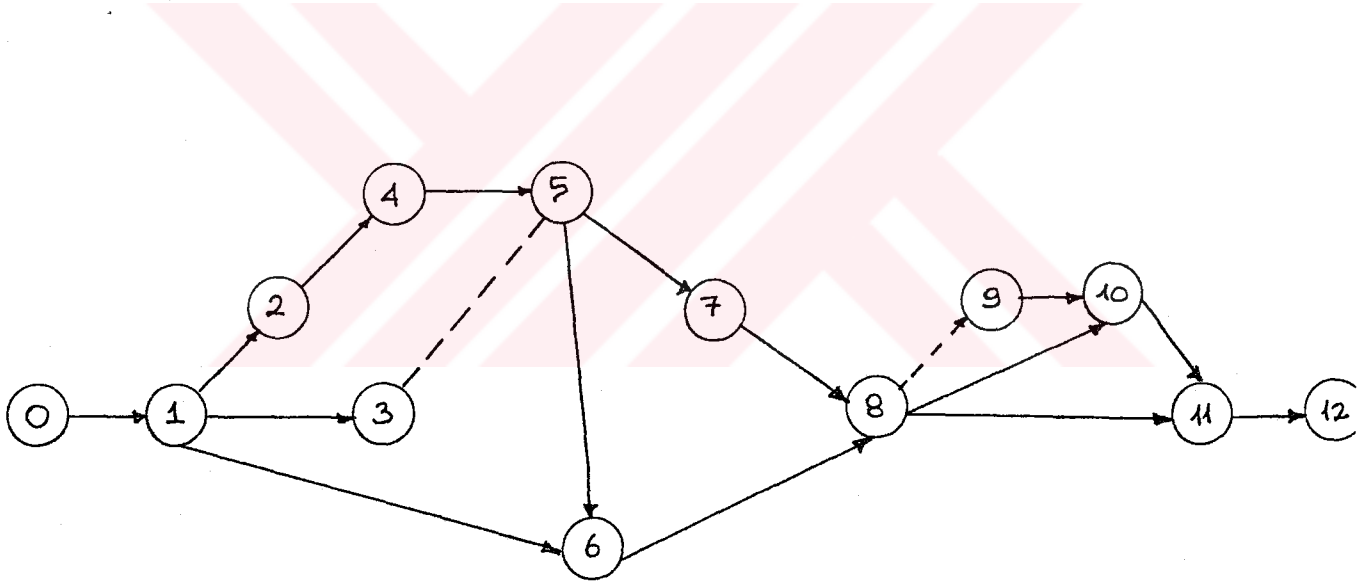
Şekil 2.2.15 Kritik Faaliyetler

Kritik yörünge üzerinde bulunan düğüm noktaları yardımı ile kritik faaliyetler kolaylıkla saptanabilir. Bunun için E'lerin yanında K yazılmış olan satırlarını gözönüne almak yeterlidir. Örneğin, 1.satırın E'sinde K vardır; o halde bu satırda kritik faaliyet bulunabilir. 1.satır boyunca sağa doğru ilerlenirse bu satırda yalnız 5 vardır. 5 sayısı

2.sütundadır. Bu sütun altındaki G'de de K olduğuna göre 5'in belirlediği 1-2 faaliyeti kritik olabilir. Bu satırdaki $E = 0$ değerine 5 eklenirse, bu sütundaki $G = 5$ değeri elde edildiğine göre, 5 sayısının belirttiği 1-2 faaliyeti kritiktir. 5'in bulunduğu karenin üst köşesine K yazılır. Benzer işlem 2.satır için de yinelenecektir. Çünkü E'sinin yanında K vardır. Bu satırda 8 ve 16 sayıları görülmektedir. 8 sayısının bulunduğu 3.sütunun altındaki G'de K olmadığı için bu faaliyet kritik değildir. 16 sayısının bulunduğu 5.sütunun altındaki $G=21$ değerinde K vardır. Ayrıca 2.satırdaki $E = 5$ 'e 16 eklenirse $G = 21$ elde edilir. Buna göre 2-5 faaliyeti de kritiktir. 3. ve 4. satırlarda kritik faaliyet bulunmamaktadır. Benzer işlemler yinelenirse;
 5.satırda 21 hafta süreli 5-6 faaliyeti
 6.satırda 0 süreli 6-7 kukla faaliyeti
 7.satırda 11 hafta süreli 7-8 faaliyeti kritik faaliyetlerdir.

Örnek 2.2.2. Matris yöntemine bir örnek

Bir petrol borusu hattı ile buna ilişkin kumanda odasının inşaatında bulunan önemli faaliyetler şekil 2.2.16'da görüldüğü gibi kurulmuştur.



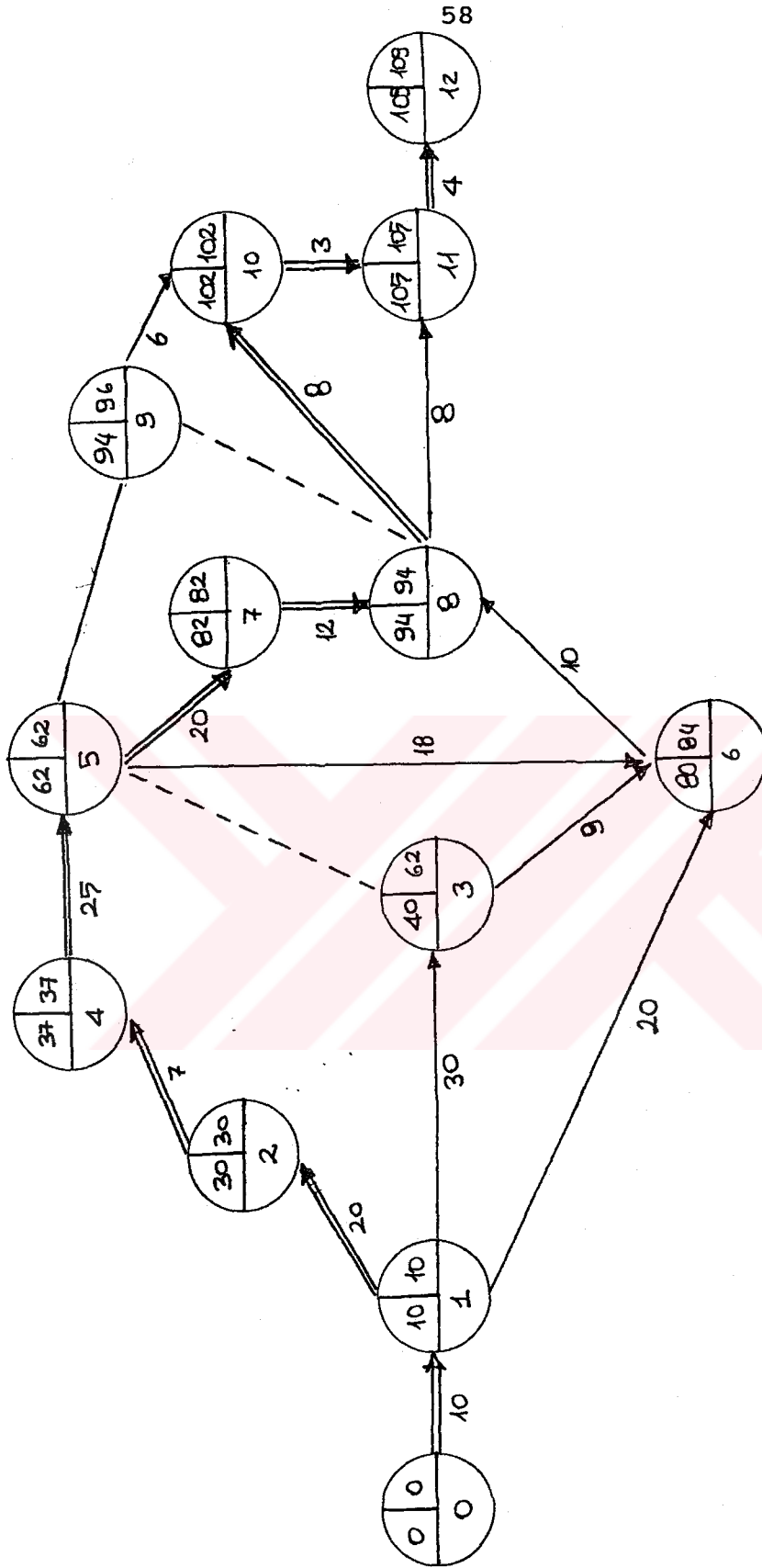
Şekil 2.2.16 Petrol boru hattı ağ diagramı

Bu ağ diagramındaki faaliyetlerin adları ve süreleri aşağıda görülmektedir.

Faaliyet No	Adı	Süre (t) (gün)
0 - 1	Hazırlık ve proje yapılması	10
1 - 2	Şantiyanın kurulması	20
1 - 3	Boruların satın alınması	30
1 - 6	Vanaların satın alınması	20
2 - 4	Arazide ölçme işlemleri	7
3 - 5	Kukla faaliyet	-
3 - 6	Özel parçaların temini	9
4 - 5	Boru hafriyatı	25
5 - 6	Kumanda odası inşaatının tesisat için montaja hazır hale getirilmesi	18
5 - 7	Boruların ferşi	20
6 - 8	Vanaların kumanda odasında yerine konması	10
7 - 8	Boru beton tespit kütleleri	12
8 - 9	Kukla faaliyet	-
8 - 10	Boru yolu üzerinde dolgu yapılması	8
8 - 11	Kumanda odasının tamamlanması	8
9 - 10	Borularda basınç deneyleri	6
10 - 11	Boru yolu üzerinde diğer işler	3
11 - 12	Şantiyenin kaldırılması	4

Başlangıç noktası olan 0'dan başlayarak düğüm noktalarının en erken tamamlanma zamanları E hesaplanırsa, programın bitim noktasının 109 gün olduğu görülür.

Daha sonra, proje süresi ve $G_{12} = 109$ gün kabul edilip geriye doğru gidilirse düğüm noktalarının en geç tamamlanma süresi bulunur. Bundan hareketle 0-1-2-4-5-7-8-10-11-12 yörüngesi üzerindeki faaliyetlerin kritik durumda olduğu saptanabilir. Tüm bu hesapların sonuçları Şekil 2.2.17'de görülmektedir. Bu şekilde görülen kritik yörünge ve bunun bulunması için gerekli olan en erken ve en geç tamamlanma zamanlarının matris yöntemiyle hesaplanmış durumu şekil 2.2.18'de görülmektedir.



Şekil 2.2.17 Petrol Boru Hattı Kritik Yörüngesi

E	J	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
K 0	0		40 ^K											
K 10	1			20 ^K	30			20						
K 30	2					7 ^K								
40	3						0	9						
K 37	4						25 ^K							
K 62	5							18	20 ^K					
80	6									10				
K 82	7									12 ^K				
K 94	8										0	8 ^K	8	
94	9											6		
K 102	10												3 ^K	
K 105	11													4 ^K
K 105	12													
G		0	10	30	62	37	62	84	82	94	96	102	105	109
		K	K	K		K	K		K	K		K	K	K

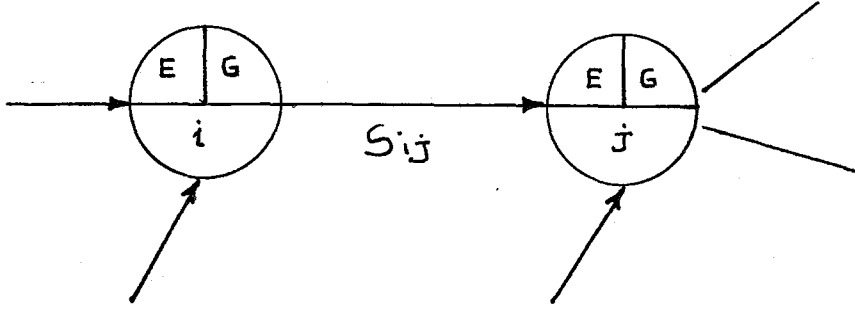
Şekil 2.2.18 Petrol boru hattı probleminde matris yöntemi uygulaması

2.2.6.FAALİYETLERİN BOLLUKLARI

"Yatırımı oluşturan faaliyetler kritik ve kritik olmıyan faaliyetler olarak iki grup altında toparlanabilir. Kritik olmıyan faaliyetler, belirli zaman aralıkları içinde tamamlandığı takdirde yatırımın toplam süresini değiştirmeyen işlerdir. Bu tür faaliyetlere bolluğu olan faaliyetler denir."³⁸

Bu bölümde faaliyetlerin bolluklarından ne anladığımızı, bollukların türlerini ve özelliklerini açıklayacağız.

i ve j düğüm noktaları arasında bulunan herhangi bir i-j faaliyetini gözönüne alalım. (Şekil 2.2.19)



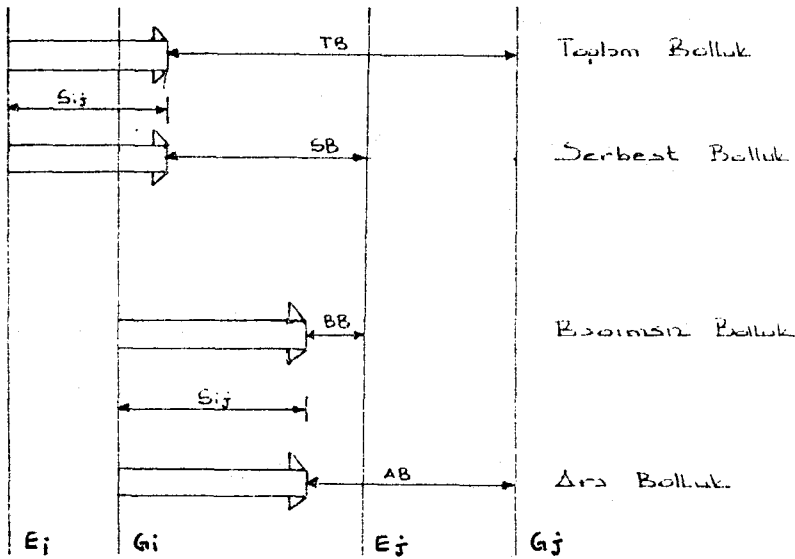
Şekil 2.2.19

Düğüm noktalarının en erken E ve engeç G tamamlanma zamanları ile i-j faaliyetinin başlaması ve bitmesi arasında bazı bağıntılar vardır.

i-j faaliyeti ancak i düğüm noktasında birleşen tüm işler tamamlandıktan sonra başlamaktadır. i düğüm noktasına ait en erken tamamlanma zamanı aynı zamanda, $E_i = i - j$ faaliyetinin en erken başlama zamanıdır.

Diğer taraftan i-j faaliyeti, j düğüm noktasında, burada birleşen diğer faaliyetlerle beraber tamamlanacağından, G_j : i - j faaliyetinin en geç tamamlanma zamanıdır. G_i , i ve E_j , j düğüm noktalarına ait olup i-j faaliyeti bakımından doğrudan bir anlamı yoktur.

Bu kısa açıklamalara göre, i-j faaliyetinin S_{ij} süresi i ve j düğüm noktalarının tamamlanma zamanları grafik olarak şekil 2.2.20'de gösterilmiştir. Bu şekilde görüldüğü gibi i-j faaliyeti için dört tür bolluk söz konusudur.



Şekil 2.2.20.

a. Toplam Bolluk-TB

i-j faaliyeti en erken başlama zamanı olan E_i zamanında başlamakta ve S_{ij} süresince devam etmektedir. Bu faaliyetin bittiği zaman ile j düğüm noktasının (veya i-j faaliyetinin) mücade edilen en geç tamamlanma zamanı arasındaki süre farkına faaliyetin "Toplam bolluğu" denir. Toplam bolluğun süresi şöyle hesaplanır:"³⁹ $T_B = G_j - (E_i + S_{ij})$

Toplam bolluk kavramın şöyle de açıklayabiliriz. Eğer i-j faaliyetinin T_B Toplam bolluğu varsa bu faaliyetin süresi toplam bolluk miktarı kadar uzatılır. Veya faaliyet toplam bolluk miktarı kadar E_i zamanından geç başlar ise, iş programının sonuç süresinde bir değişiklik olmaz.

Toplam bolluk şekil 2.2.20'de görüldüğü gibi faaliyet tamamlandıktan sonra meydana geldiği gibi faaliyet geç başladığı takdirde faaliyetin önünde; faaliyete ara verilirse, faaliyetin ortasında da olabilir. Örnek olarak şekil 2.2.17'de gösterilen ağ diagramında 3-6 faaliyetinin toplam bolluğu,

$$TB_{36} = 84 - (40 + 9) = 35 \text{ gündür.}$$

Bu 35 günlük bolluk faaliyet değişik sayıda serbestlik sağlar.

- Eğer faaliyete, en erken başlama zamanı olan 40.gün başlarsa, mücade edilen en geç zamanda 35 gün önce biter.
- Faaliyetin 9 gün olan süresi $9+35=44$ güne kadar uzatılabilir. Bu takdirde programda bir değişiklik olmaz.
- Faaliyete en geç $40+35=75$.gün başlanabilir. Bu durumda faaliyet yine $75+9=84$.gün tamamlandığı için 6.düğüm noktasında aranan koşul yine de gerçekleşir.
- Faaliyet 40.gün başladığı takdirde, faaliyete 35 gün veya toplamı 35 gün olmak üzere birkaç kez ara verilebilir. "Toplam bolluk" kavramı bir dizi özelliği de bünyesinde taşır. Bunları şöyle sıralayabiliriz.

- Kritik faaliyetlere ilişkin

$G_j = E_i + S_{ij}$
denklemini T_B denkleminde yerleştirirsek, bu tür faaliyetlerin toplam bolluklarının olmadığını görürüz.

$$TB = (E_i + S_{ij}) - (E_i + S_{ij}) = 0$$

- Toplam bolluk değeri küçük olan faaliyetler kritik olmaya çok uygundur. Programdaki küçük aksamalar bu faaliyetleri kritik yapar. Bu tür işler, kritik olmasalar da özenle denetlenmelidirler.
- Eğer bir i-j faaliyetinde toplam bolluğun tümü kullanılırsa, ondan sonra gelen faaliyetler, bazı özel durumlar hariç hemen kritik faaliyet olurlar.
- Toplam bolluk, diğer cins bollukların süre bakımından en uzunudur.

b. Serbest Bolluk - SB

i-j faaliyeti mücadele edilen en erken E_i başlama zamanında başlamakta ve S_{ij} süresince devam etmektedir. Bu faaliyetin bittiği zaman ile j düğüm noktasının en erken tamamlanma zamanı E_j arasındaki süre farkına "Serbest bolluk" denir. "Serbest bolluk süresini" $SB = E_j - (E_i + S_{ij})$ biçiminde hesaplayabiliriz."⁴⁰

Serbest bolluk bir faaliyetin yalnız kendisini ilgilendiren, şebekenin diğer faaliyetlerine veya şebekenin tümüne bağlı olmayan bir bolluk türüdür. i-j faaliyetine ilişkin SB süresi, faaliyet SB kadar geç başlatılmak, süresi SB kadar uzatılmak suretiyle veya herhangi bir şekilde bu bolluk yalnız i-j faaliyeti içinde kullanılabilir. Serbest bolluklar başka faaliyetlere aktarılamaz. Bu nedenle bir ağ diagramında serbest bolluğu olan faaliyetler toplam programın hızına göre, gereksiz yere daha çabuk tamamlanan işlerdir. Yani bu faaliyette bir kapasite fazlalığı vardır. Örnek olarak şekil 2.2.17'deki ağ diagramının 3-6 faaliyeti gözönüne alınırsa,

3.düğüm noktasında $E_3 = 40$ $G_3 = 62$

6.düğüm noktasında $E_6 = 80$ $G_6 = 84$

faaliyet süresi $S_{36} = 9$ gün olduğuna göre serbest bolluk,

$$SB = 80 - (40 - 9) = 31 \text{ gün olarak hesaplanır.}$$

3-6 faaliyetinin, 6.düğüm noktasında birleşen faaliyetlerin en erken tamamlanma zamanı olan 80.günden 31 gün önce bitmesi program açısından gereksizdir. Çünkü bu faaliyetin erken bitmesiyle 6.düğüm noktasının en erken bitme süresinin öne alınması ve böylelikle, kendinden sonra gelen faaliyetlerin daha erken başlaması söz konusu değildir.

"Serbest Bolluk" kavramı Ağ diagramında kapasite dengelenmesi ve Ağ diagramının sıkıştırılması veya Ağ diagramının zamanının kısaltılmasına ilişkin olarak yapılan çalışmalarda yararlanılan bir kavramdır. Serbest bolluk kavramı değişik özellikler içerir. Bunlar;

- Serbest ve toplam bolluk ile j düğüm noktasının tamamlanma zamanları arasında,

$$(TB - SB)_{ij} = G_j - E_j \text{ bağıntısı vardır.}$$

- $G_j = E_j$ olan düğüm noktalarında biten faaliyetlerin serbest ve toplam bollukları birbirine eşittir.

- Kritik faaliyetlerin toplam bollukları sıfır olduğu için serbest bollukları da sıfırdır.

- Serbest bolluklar negatif olamaz. Düğüm noktaları tamamlanma zamanları ile faaliyet süreleri arasındaki

$$E_j \geq E_i + S_{ij}$$

bağıntısı, ağ diagramının, kukla faaliyet dahil, her faaliyeti için geçerlidir.

- Serbest bolluklar yalnız ait olduğu faaliyetin içinde, faaliyetler geç başlatılmak veya o iş için ayrılmış insan ve makina gücünün bir kısmı başka yerlere aktarılarak faaliyet süresini uzatmak suretiyle kullanılabilirler.

c. Bağımsız Bolluk-BB

i-j faaliyeti, i düğüm noktasının en geç tamamlanma zamanında başlayıp S_{ij} süresinde devam ederek ve yine de j düğüm noktasının en erken tamamlanma zamanından önce bitebilir. Aradaki süre farkı "Bağımsız Bolluk" olarak adlandırılır. Bağımsız bolluğun süresi,

$$BB = E_j - (G_i + S_{ij}) \text{ bağıntısı ile hesaplanır.}$$

Bağımsız bolluk'ta, serbest bolluk gibi ağ diagramının diğer faaliyetlerinden bağımsız, yalnız ait olduğu faaliyeti ilgilendiren bir bolluktur. Bağımsız bolluğu olan faaliyet programda en hızlı tamamlanan faaliyettir. Bu nedenle kapasite fazlalığı en yüksektir. Örnek olarak şekil 2.2.17'deki 3-6 faaliyetinin bağımsız bolluğunu hesaplayalım.

$$BB = 80 - (62 + 9) \text{ gün}$$

Kullanılma biçimi serbest bolluk gibidir. Bağımsız bolluğun bazı özelliklerini şöyle açıklayabiliriz.

- Bağımsız bolluk süresi en küçük bolluk türüdür.
- Bağımsız ve serbest bolluk ile i düğüm noktasının tamamlanma zamanları arasında,

$$SB - BB = G_i - E_i \text{ bağıntısı vardır.}$$

- $E_i = G_i$ olan düğüm noktalarında başlayan faaliyetlerin bağımsız ve serbest bollukları yukardaki bağıntı nedeniyle birbirine eşittir.

- Kritik faaliyetlerin bağımsız bollukları sıfırdır.
- Bağımsız bolluklar pozitif, sıfır ve negatif olabilirler.
- Bağımsız bolluğu olan faaliyet kritik olma olasılığı en az olanıdır.

d. Ara bolluk-AB

i-j faaliyeti, i düğüm noktasının en geç tamamlanma zamanında başlayarak S_{ij} süresince devam etmekte ve j düğüm noktasının en geç tamamlanma zamanından ara bolluk kadar geç başlayabilir. Buna göre, ara bolluk yardımı ile faaliyetlerin en geç başlama zamanları saptanır. Örnek olarak şekil 2.2.17'deki 3-6 faaliyetinin ara bolluğunu hesaplayalım.

$$AB = 84 - (62 + 9) = 13 \text{ gün}$$

Bu durumda 3-6 faaliyeti en geç $62+13=75$.gün başlar ise, iş programında bir değişiklik olmaz. Ara bolluk içinde bir dizi özellik sayabiliriz.

-Ara bolluk ile diğer bolluk ve düğüm noktalarının tamamlanma zamanları arasında

$$AB - BB = G_j - E_j \quad \text{ve} \quad TB - AB = G_i - E_j$$

bağıntısı vardır.

- Kritik faaliyetlerin ara bollukları da sıfırdır.
- Ara bolluğu büyük olan faaliyetlerin kritik olma olasılığı daha azdır.
- Ara bolluklar negatif olamaz, zira düğüm noktalarının en geç tamamlanma zamanlarını belirten,

$$G_i = G_j - S_{ij} \quad \text{bağıntısı}$$

$$G_j \geq E_j + S_{ij} \quad \text{biçimi ile her faaliyet için geçerlidir.}$$

e. Olay Boşluğu

Herhangi bir olayda, en erken ve en geç tamamlanma zamanları arasındaki farka "Olay Boşluğu" denir.

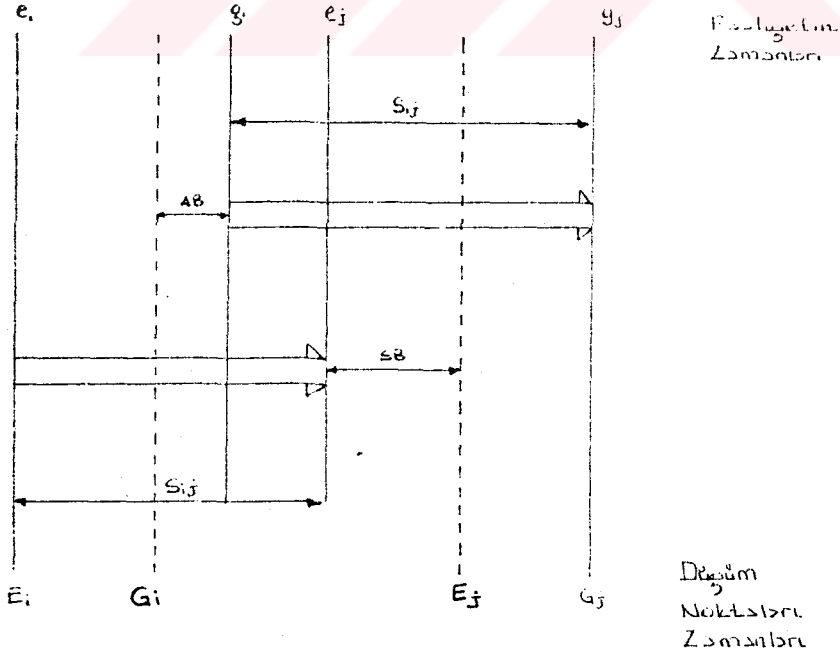
Yeni bir i olayının, olay boşluğu,

$$B_i = G_i - E_i \quad \text{olarak hesaplanır.}$$

2.2.7. EN ERKEN VE ENGEÇ BAŞLAMA ZAMANLARININ BULUNMASI

Dört tür bolluk kavramını inceledikten sonra, şimdi herhangi bir faaliyetin en erken başlama (bitme) ve en geç başlama (bitme) zamanlarını, bolluklar ve düğüm noktalarının en erken ve en geç tamamlanmış zamanları türünden hesaplayabiliriz.

Şekil 2.2.21'i gözönüne alarak, i ve j düğüm noktaları arasında bulunan i-j faaliyeti için yukarda adı geçen hesaplamaları yapalım.



Şekil 2.2.21

- En erken işe başlama zamanı, i düğüm noktasının en erken tamamlanma zamanı olan,

$$e_i = E_i$$

- En geç başlama zamanı,

$$g_i = G_i + (AB)_{ij}$$

- En erken işin bitirme zamanı,

$$e_j = E_j - (SB)_{ij}$$

- En geç işin bitirilme zamanı, j düğüm noktasının en geç tamamlanma zamanı olan

$$S_j = G_j \text{ olarak hesaplanır.}$$

Görüldüğü gibi faaliyetlerin bitirilme zamanlarında bazıları, düğüm noktalarının tamamlanma zamanları ile aynı anlama gelmemektedir. Örnek olarak Şekil 2.2.16'da tanımlamış olduğumuz petrol boru hattı inşaatı örneğini ele alalım. Önce projenin olay boşluklarını gösteren olay tablosunu kuralım.

Bu tablo Tablo 2.2.1'de görülmektedir.

Olay No	E	G	Olay Boşluğu
0	0	0	0
1	10	10	0
2	30	30	0
3	40	62	22
4	37	37	0
5	62	62	0
6	80	84	4
7	82	82	0
8	94	94	0
9	94	96	2
10	102	102	0
11	105	105	0
12	109	109	0

Tablo 2.2.1.

Kritik yörüngesi ve kritik faaliyetleri belirlenmiş olan bu problem faaliyetlerinin en erken (geç) başlama (bitirme) zamanları yukardaki formüller ile hesaplanırsa Tablo 2.2.2 elde edilir.

FAALİYET NO	FAALİYET SÜRESİ	FAALİYET BOLLUKLARI				FAALİYET BAŞLAMA ZAMANLARI		FAALİYET BİTME ZAMANLARI	
		TS	SB	BB	AB	e _i	g _i	e _f	g _f
0-1	10	0	0	0	0	0	0	10	10
1-2	20	0	0	0	0	10	10	30	30
1-3	30	22	0	0	22	10	32	40	62
1-6	20	54	50	50	54	10	64	30	84
2-4	7	0	0	0	0	30	30	37	37
3-5	0	22	22	0	0	40	62	40	62
3-6	9	35	31	9	13	40	75	49	84
4-5	25	0	0	0	0	37	37	62	62
5-6	18	4	0	0	4	62	66	80	84
5-7	20	0	0	0	0	62	62	82	82
6-8	10	4	4	0	0	80	84	90	94
7-8	12	0	0	0	0	82	82	94	94
8-3	0	2	0	0	2	94	96	94	96
8-10	8	0	0	0	0	94	94	102	102
8-11	8	3	3	3	3	94	97	102	105
9-10	6	2	2	0	0	94	96	100	102
10-11	3	0	0	0	0	102	102	105	105
11-12	4	0	0	0	0	105	109	108	108

Tablo 2.2.2

2.2.8. PROJEYE ETKİ EDEN DIŞ ETKENLER

Bir projede, programlamanın faaliyetlerin süreleri cinsinden nasıl yapılacağını, bundan önceki bölümlerde inceledik. Ancak bu programlar ne kadar mükemmel yapılırsa yapılsın yine de bazı aksamalar olabilir. Bu aksamalar özellikle bazı dış etkenler nedeniyle oluşurlar.

Bu dış etkenler başlıca iki grupta toplanabilirler:

- Çalışılmayan süreler
- Ara terminler

Aşağıda bu etkiler ve sonuçları ayrı ayrı incelenecektir.

a. Çalışılmayan süreler

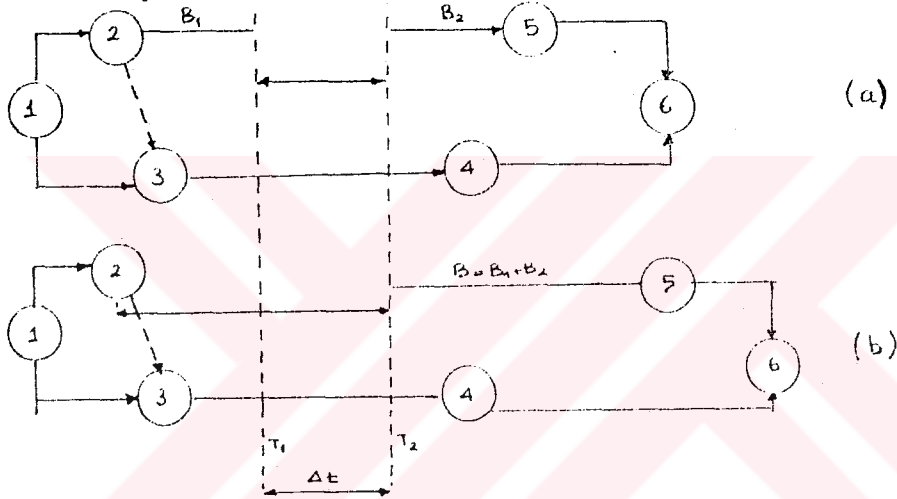
Programın ağ diagramında bulunan faaliyetlerden biri, birkaç veya yatırımın tümünde işlerin, belirli zamanlar arasında, durdurulması gerekebilir. İşte bu zaman aralıklarına "Çalışılmayan süreler" adı verilir. Çalışılmayan süreler yatırımın tür ve özelliklerine göre değişir.

Örneğin yol inşaatında hafriyat ve dolgu işlerine, baraj inşaatında ise gene toprak ile ilgili faaliyetlere, bazı inşaat bölgelerinde ve mevsimin belirli aylarında ara vermek gerekebilir. Yine, belirli bir hava sıcaklığının altında beton dökme işlerinin durdurulmuş zorunluğu olabilir. Sınai yatırımlarda makina montajı yapılırken çevresinde montaj için tehlikeli olan işler de durdurulur. Burada sayılan ve bunlara benzer örnekler ağ diagramındaki bir veya birkaç faaliyetin tamamlanma süresini

etkiliyebilirler. Projenin tüm faaliyetlerini durduran bayram ve tatil günleri de eğer netice üzerinde çok etkili oluyor ise, programlama da gözönüne sunmalıdır.

Şimdi bir örnek üzerinde çalışılmıyan sürelerin durumunu inceleyelim. B faaliyetinde, T_1 zamanında başlamak ve T_2 zamanında bitmek üzere Δt zaman aralığında çalışma yapılmamaktadır. Öncelikle, Δt süresinin B faaliyetinin içine düşüp düşmediği kontrol edilmelidir. Eğer Δt çalışılmıyan süresi, B faaliyetinin içine düşmüyor ise, programda bir değişiklik olmaz. Δt süresinin B faaliyeti içine rastlaması durumunda ise faaliyetin özelliğine göre iki ayrı durum vardır:

(a) B faaliyetinin B_1 kısmı tamamlanır, Δt süresince beklenir ve sonra da geri kalan B_2 kısmı tamamlanır. Bu durum Şekil 2.2.22 a'da görülmektedir.



Şekil 2.2.22

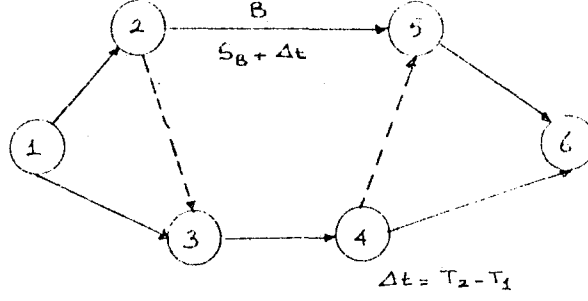
Zamana göre ölçekli çizilmiş olan şekil 2.2.22'de görüldüğü gibi, çalışılmıyan sürenin programa etkisi (b) durumunda daha fazla olmaktadır. Kritik Yörünge yönteminde (a) ve (b) durumları farklı biçimlerde gözönüne alınır. Şöyle ki;

- (a) Durumu

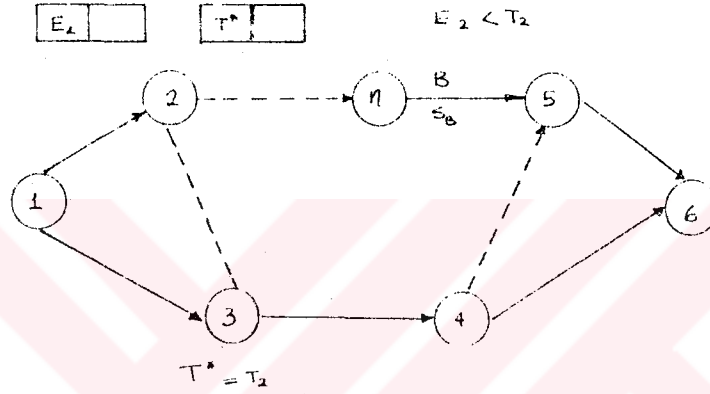
B faaliyeti ikiye ayrılarak bir kısmın Δt zamanından önce bir kısmının da Δt 'den sonra yapılması mümkün olan bu durumda kritik yörünge hazırlanmış ağ diagramında bir değişiklik olmaz. Yalnız B faaliyetinin süresi hesaplamalarda S_B yerine $(S_B + \Delta t)$ alınmalıdır. Bu durum şekil 2.2.23'de görülmektedir.

- (b) Durumu

B faaliyeti, özelliği nedeniyle ikiye parçalanamıyor ise, dış etkiler gözönüne alınmadan hazırlanmış olan ağ diagramında B faaliyetinin başlangıç noktasının yanına yeni bir düğüm noktası eklenir ve buna ağ diagramında bulunmayan yeni bir numara verilir. Bu durum Şekil 2.2.24'de görülmektedir.



Şekil 2.2.23 (a) durumu



Şekil 2.2.24 (b) durumu

Düğüm noktalarının en erken tamamlanma zamanıdır. E'ler hesaplanırken B faaliyetinin başlangıcı olan n düğüm noktasının en erken başlama zamanı $T_2 = T_n = T^*$ alınmalıdır.

Bilindiği gibi T_n çalışılmayan sürenin bittiği zamandır ve eğer tarih olarak verilmiş ise ağ diagramının zaman birimine dönüştürülerek yerine konmalıdır.

n düğüm noktasının en geç tamamlanmış zamanı ağ diagramının diğer düğüm noktaları gibi sondan başa doğru gelinerek belirlenir. Ancak burada dikkat edilmesi gereken bir nokta vardır. En geç tamamlanma zamanları hesaplanırken (n) düğüm noktasının önünde bulunan 2 noktasına ait en geç tamamlanma zamanı n-2 yolu ile hesaplanamaz. Yani Şekil 2.2.24'deki ağ diagramını ele alırsak 2 düğüm noktasının en geç tamamlanma zamanı 3-2 yolu izlenerek belirlenir. Bu noktanın unutulmaması için ağ diagramında n düğüm noktasının G değerinin yazıldığı göze kalın siyah çizgi çizilerek dikkatin daima buraya çekilmesi sağlanmalıdır. Kritik yörünge, bolluklar v.b. diğer değerlerin bulunması için daha önce sözü edilen hesaplamalar yapılır.

Bu noktada önemli bir kural değişikliğinden daha söz edebiliriz. n düğüm noktasına ilişkin en erken tamamlanma zamanı dış etkiler nedeniyle diğer düğüm noktalarından bağımsız olarak verildiği için bazı durumlarda kritik yörünge n düğüm noktasında başlayıp ağ diagramının sonuna kadar

devam edebilir. Daha önceden belirtilen kritik yörünge'nin ağ diagramının başından sonuna kadar sürmesi kuralı bu durumda artık geçerli değildir. Ağ diagramının denetiminde bu durumun hemen farkedilebilmesi için n düğüm noktasında $E_n = T^* = T_n$ yazıldığı gözün üzerine özel bir işaret koyulur. (V)

b. Ara Terminler

Yatırımların bazı kısımlarının öngörülen belirli tarihlerde kademeli olarak işletmeye açılması, programda bazı faaliyetler için "Bitme Ara Termini" dir.

Bu tip faaliyetlerin başlamasının da yine belirli tarihlerden evvel mümkün olmayabilir. Örneğin kademeli olarak yer teslimi yapılması, makina montajına ancak Fabrikanın makinaları belirli bir tarihte teslim etmesi nedeniyle bu tarihten sonra başlanabilmesi v.b.gibi. Bu tür terminler de yine programdaki bazı faaliyetler için "Başlangıç Ara Termini"dir.

Yatırımların öngörülen zamanlarda tamamlanabilmesi için ara terminlerin de kritik yörünge yönteminde yer alması zorunludur.

(aa) Başlangıç Ara Terminleri bir veya birkaç faaliyetin en erken başlaması ancak belirli bir T zamanından sonra mümkün olması durumunda önce bu koşul gözönüne alınmadan söz konusu faaliyetin veya faaliyetlerin en erken başlama zamanı,

$e_i = E_i$ formülüyle hesaplanır. Eğer

$$T^* \leq E_i$$

ise ara terminin programda gözönüne alınmasına gerek yoktur. Çünkü, bu faaliyete, program özelliği nedeniyle, en erken zaten T^* zamanından sonra başlanmaktadır. Eğer başlangıç ara terminini birden fazla faaliyeti ilgilendiriyor ise yukardaki bağıntı

$$T^* \leq E_i \text{ en küçük olmalıdır.}$$

$T^* \geq E_i$ durumunda olan faaliyetlerin hepsinde başlangıç ara terminin ağ diagramında gözönüne alınması zorunludur. Örneğin, bir B faaliyeti için başlangıç ara terminini söz konusu ise KYY'de yapılacak değişiklik şekil 2.2.24'ün aynı olur. Çalışılmayan sürelerin (b) durumu için açıklanan durumların hepsi başlangıç ara terminini içinde geçerlidir.

(bb) Bitme Terminleri : Programda belirli bir i-j veya birkaç faaliyetin bitmesi en geç verilen T_* zamanında öngörülmüş ise söz konusu faaliyetin normal ağ diagramından hesaplanan en geç bitme zamanı G_j ile T^* ara terminini karşılaştırılmalıdır. Eğer

$$G_j \leq T^*$$

ise, i-j faaliyeti istenen zamandan daha önce tamamlanıyor demektir. Ara termin için ağ diagramında bir değişiklik yapmaya gerek yoktur. Eğer

$$G_j > T^*$$

ise, yine i-j faaliyetinin bitim noktası olan ucuna doğru ek bir düğüm noktası konmalıdır. Bu (n) noktasının ve aynı zamanda i-j faaliyetinin en erken tamamlanma zamanı olan E_n ye 2 düğüm noktasından gelinerek hesaplanır. Bu durumda iki farklı durum ile karşılaşılır.

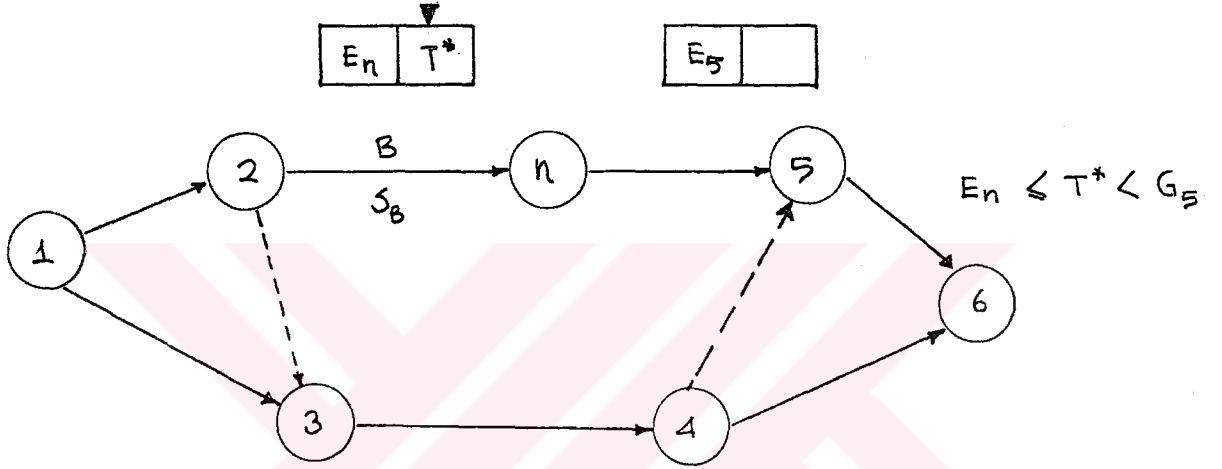
(1) Bitme ara termmini E_n ile G_j arasına rastlamaktadır.

$E_n < T^* < G_j$
 Şekil 2.2.25'e bakarsak burada,

$$E_n = E_5 - (SB)_{25}$$

$$G_j = G_5$$

Bu durumda n düğüm noktasının en geç tamamlanmış zamanı, ara termin olarak alınması yeterlidir.



Şekil 2.2.25

Bu özel durumu da açıklayabiliriz.

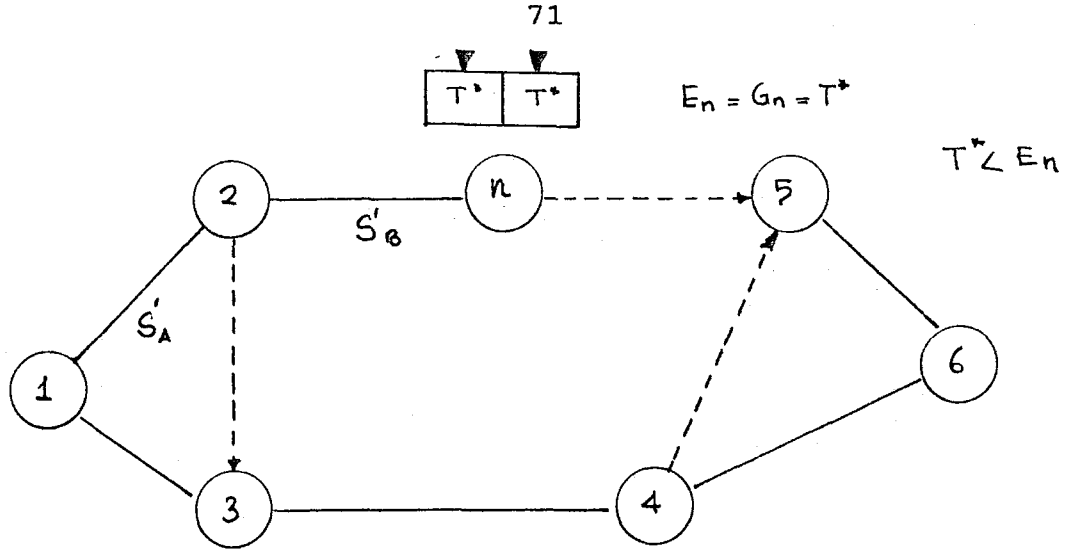
$E_n = T^*$ durumunda 1-2-n yörüngesinin kritik olması olasılığı vardır ve kritik yörüngelerin ağ diagramlarının sonuna kadar sürekli olması kuralı burada da geçerli değildir. 1-2-n kritik yörüngesi n düğüm noktasında biter.

(2) Bitme ara termmini, $i-j$ faaliyetinin en erken tamamlanma zamanından öncedir.

$$T^* < E_n$$

$$E_n = E_i + S_{ij}$$

$i-j$ faaliyetinin bitiş ucuna eklenen n düğüm noktasının en erken ve en geç tamamlanma zamanı olarak T alınır.
 (Şekil 2.2.26)



Şekil 2.2.26

Şekil 2.2.27'ye bakacak olursak 2-5 faaliyeti için bitme ara termini T^* verilmiş olduğuna göre ve

$$T^* < E_n$$

$$E_n = E_i + S_{ij}$$

bağıntısı nedeniyle 1-2-n yörüngesi üzerindeki sürelerin toplamı,

$$(S_A + S_B) > T^*$$

Halbuki bitme ara terminin tutulabilmesi için, bu toplam T^* 'a eşit olması gereklidir. S_A ve S_B süreleri uygun biçimde kısaltılarak

$$S_A + S_B = T^*$$

koşulu sağlanmalıdır. Bu durumda da ağ diagramında süresi kısaltılan tüm faaliyetler kritik olur. 1-2-n kritik yörüngesi de n düğüm noktasında biter. n düğüm noktasının her iki tamamlanma zamanı da dış etkiler nedeniyle ağ diagramına alındığı için yazıldıkları gözlerin üzeri ∇ işareti koyulur. Bitme ara termini birden fazla faaliyeti ilgilendiriyor ise,

$$G_j \leq T^* \quad \text{formülü yerine,}$$

$$\text{enb.}(G_j) \leq T^* \quad \text{geçerlidir.}$$

T^* ara termini hangi faaliyetlerde,

$$G_j \leq T^*$$

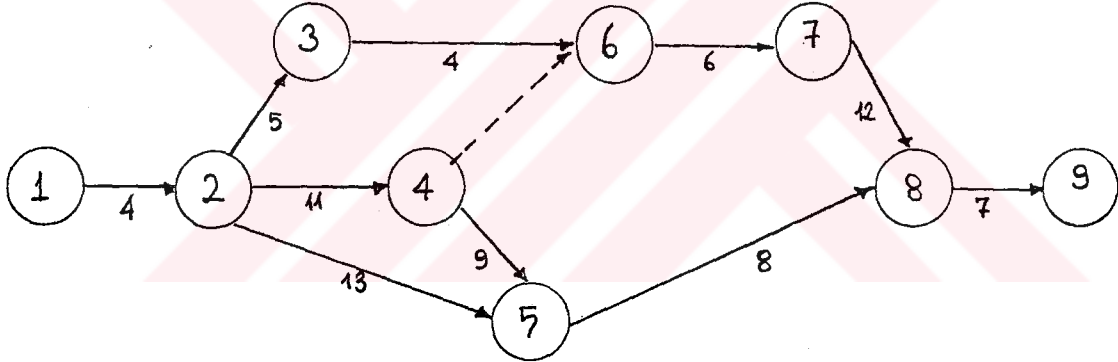
bağıntısı sağlıyor ise, yalnız o faaliyetlerde Şekil 2.2.25 ve 2.2.29'da gösterilen ve yukarda açıklanan değişiklikleri yapmak yeterlidir.

2.2.9. KRİTİK YÖRÜNGE DİAGRAM İLE ÇUBUK (GANNT) DİAGRAMI İLİŞKİLERİ

a. Çubuk Diagram Çizimi

Kritik yörünge yöntemindeki ağ diagramında oklar ile gösterilen faaliyetlerin süreleri ile orantılı olarak ve yatay çizgiler ile çizilmesine gerek olmadığı bilinmektedir. Çünkü bilindiği gibi kritik yörünge yöntemi temelde faaliyetlerin birbirleri ile olan ilişkilerini göstermektedir. Ancak kritik yörünge yönteminin uygulamasına yeni başlanması veya kapasite dengelemesinin grafik gösterilmesi durumlarında programı kullananlar iş programının çubuklar ile gösterilmesini isteyebilirler. Bu nedenle kritik yörünge yöntemindeki ağ diagramının çubuk diagramına nasıl dönüştürüleceği, kritik yörünge yöntemindeki hesaplamaların çubuk diagramında nasıl yapılacağına açıklanması gerekir. Bu bölümde bunlara yer verilecektir.

Şekil 2.2.27'de herhangi bir projenin ağ diagramı görülmektedir. Diagramda süreler hafta olarak belirlenmiştir.



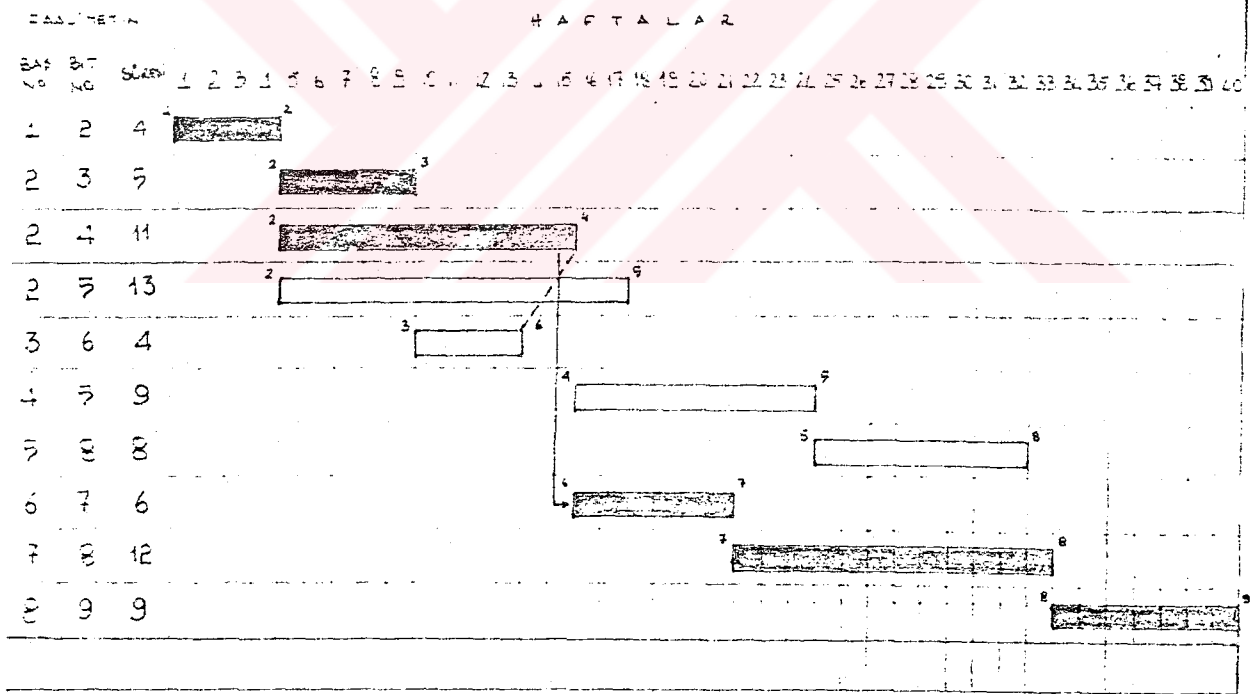
Şekil 2.2.27

Şimdi bu diagramı, çubuk diagrama dönüştürelim. Çubuk yöntemi ile hazırlanan tabloda, tablonun en yukarısında zaman birimleri yazılır. Soldan 1. ve 2. sütunlara faaliyetlerin başlangıç ve bitim düğüm noktaları, 3.sütuna ise faaliyetlerin süreleri yazılır. Genel bir kural olmamakla birlikte faaliyetler, ağ diagramının başından başlamak üzere bağıntılara uygun olarak çubuk iş programı tablosuna işaretlenir. (Şekil 2.2.28)

1-2 faaliyetinin başlangıcı 0 bitimi 4.haftadır. 0-4 haftaları arasına çizilen çubuğun başlangıcına 1 sonuna da 2 yazılır. Sonra 2.düğüm noktasında başlayan 2-3, 2-4 ve 2-5 faaliyetleri diagramda 4.hafta, yani

2 düğüm noktası hizasından başlayarak süreleri kadar çizilir ve bittiği uçlara sıra ile 3,4 ve 5 numaraları konur. Bu şekilde her faaliyet, kendi önünde bulunan faaliyetin bitim noktasında başlamak ve herbiri bir satırda olmak üzere alt alta dizilir. Bazı durumlarda bir faaliyetin başladığı düğüm noktasında biten birden fazla faaliyet vardır. Bunlarda farklı yerlerde bitebilir. Örneğin 5-8 faaliyetinden önce olan ve 5.düğüm noktasında biten 4-5 ve 2-5 faaliyetleri vardır. 4-5 faaliyeti 24.haftada, 2-5 faaliyeti ise 17. haftada bitmektedir. Böyle durumlarda 5-8 faaliyetinin başlangıcı daha geç biten 24.haftada başlayacaktır.

Diagram hazırlanırken dikkat edilmesi gereken bir diğer noktada kukla faaliyetler ve bunlara ilişkin faaliyetlerin durumudur. Kukla faaliyetlerin süreleri sıfır olduğu için çubuk iş programında gösterilemezler. ancak 4-6 arasında kukla faaliyet olduğu için 2-4 faaliyetinin bitim noktası olan 4 ile 3-6 faaliyetinin bitim noktası olan 6 kesik çizgili bir ok ile birleştirilir. Bu gösterim sayesinde 6-7 faaliyetini yerine çizmek mümkün olmaktadır. Zira, 6-7 faaliyeti, 3-6 ve 2-4 kukla faaliyetinin her ikisi birden tamamlandıktan sonra başlayabilmektedir. 2-4 faaliyeti 3-6 faaliyetinden daha geç tamamlandığı için 6-7 faaliyeti 4 düğüm noktası hizasından, yani 15 haftadan başlayacak ve 21.haftaya kadar sürecektir. Faaliyetlerin şekil 2.2.28'deki gösteriliş biçimi aynı zamanda bunların en erken başlama zamanlarına karşılık gelmektedir.



→ Kritik Yolu
 Gevici
 ——— Faaliyetler
 ——— Faaliyetler

Şekil 2.2.28

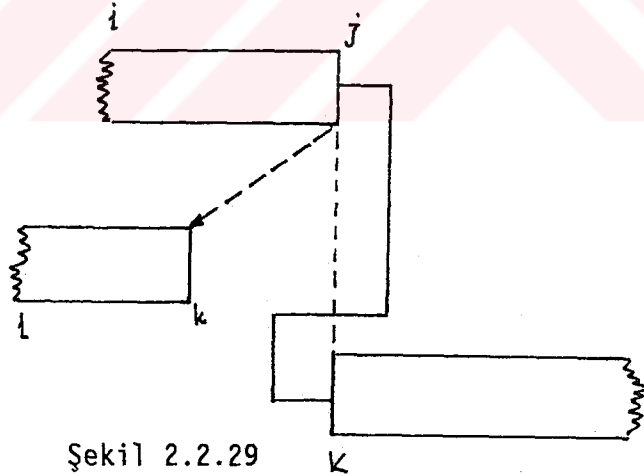
b.Kritik Yörünge ve Kritik faaliyetlerin bulunması

İş programının son faaliyetinin bitim nıktası olan 40.hafta projenin toplam süresidir. Çubuk diagramında kritik faaliyetleri bulabilmek için aramaya diagramın en sonundaki faaliyetten başlanır. Şekil 2.2.28'de 8-9 faaliyetinde 9'dan 8'e doğru gelinir ve 8 ucundan, düşey doğrultuda, bitim numarası adı geçen faaliyetin başlangıç numarası ile aynı olan faaliyete geçilir. Örnekte 8-9 faaliyetinin 8 ucundan düşey doğrultuda yukarı çıkarsak 33.haftada biter ve bitim numarası 8 olan yalnız 7-8 faaliyeti vardır. O halde 7-8 faaliyeti de kritiktir. Bitim noktası 8 olan ikinci 5-8 faaliyeti kritik değildir. Çünkü bu faaliyetin 8 no'lu ucu bir hafta erken bittiği için 8-9'un 8 no'lu ucundan çıkılan düşeye rastlamamaktadır.

Bazı durumlarda bir faaliyetin i başlangıç ucundan çıkılan düşey ile bitim numarası i olan birden fazla faaliyete rastlanır ise, bu faaliyetlerin her ikisi de kritiktir. Yani kritik yörünge dallanıyor demektir. Anlatılan yol her yörünge için ayrı ayrı yapılmaktadır.

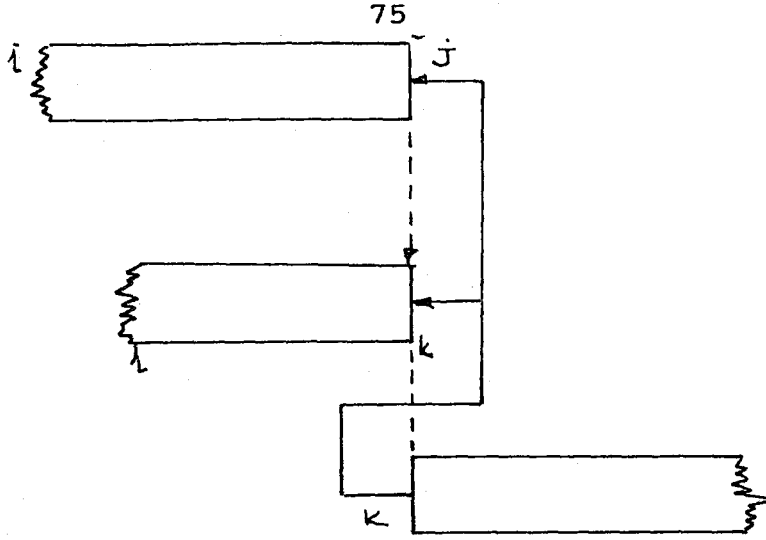
7-8 kritik faaliyetinin 7 nolu ucundan çıkılan düşey, bitim numarası 7 olan 6-7 faaliyetine rastladığından bu faaliyette kritiktir. Benzer şekilde, 6-7 faaliyetinin 6 no'lu başlangıç noktasından çıkılan düşey, bitim numarası 6 olan 3-6 faaliyeti düşey doğrultuda iki hafta önce tamamlanmaktadır. Bu durumda ağ diagramında kukla faaliyet var demektir. Genel olarak kukla faaliyet ile birbirine bağlı diğer faaliyetler arasında üç farklı durum oluşur.

(1) Kritik faaliyetin k başlangıç ucuna gelindiğinde buradan çıkılan düşey, bitim noktası k olan bir önceki e-k faaliyete rastlanıyorsa kritik yörünge düşey üzerinde bulunan ve bitim noktası k'ya kukla faaliyet ile bağlı olan i-j faaliyete geçer. (Şekil 2.2.29)



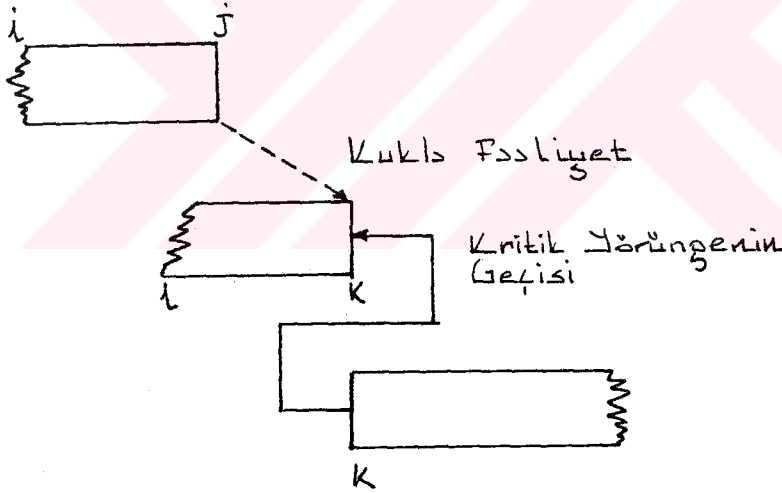
Şekil 2.2.29

(2) Kritik faaliyetin k başlangıç ucunda çıkılan düşey; hem bitim numarası k olan l-k faaliyete, hem de l-k'ya kukla faaliyet ile bağlı i-j faaliyete rastlar ise bunların her ikisi de kritik olur. (Şekil 2.2.30)



Şekil 2.2.30

(3) Kritik faaliyetin k başlangıç ucundan çıkılan düşey, bitim numarası k olan l-k faaliyetine rastlar ve bunun kukla faaliyet ile bağlı olduğu i-j faaliyetinin j ucu düşeyin gerisinde kalır ise, kritik yörünge kukla faaliyetin hiç etkisi olmaksızın l-k faaliyetine geçer. (Şekil 2.2.31)



Şekil 2.2.31

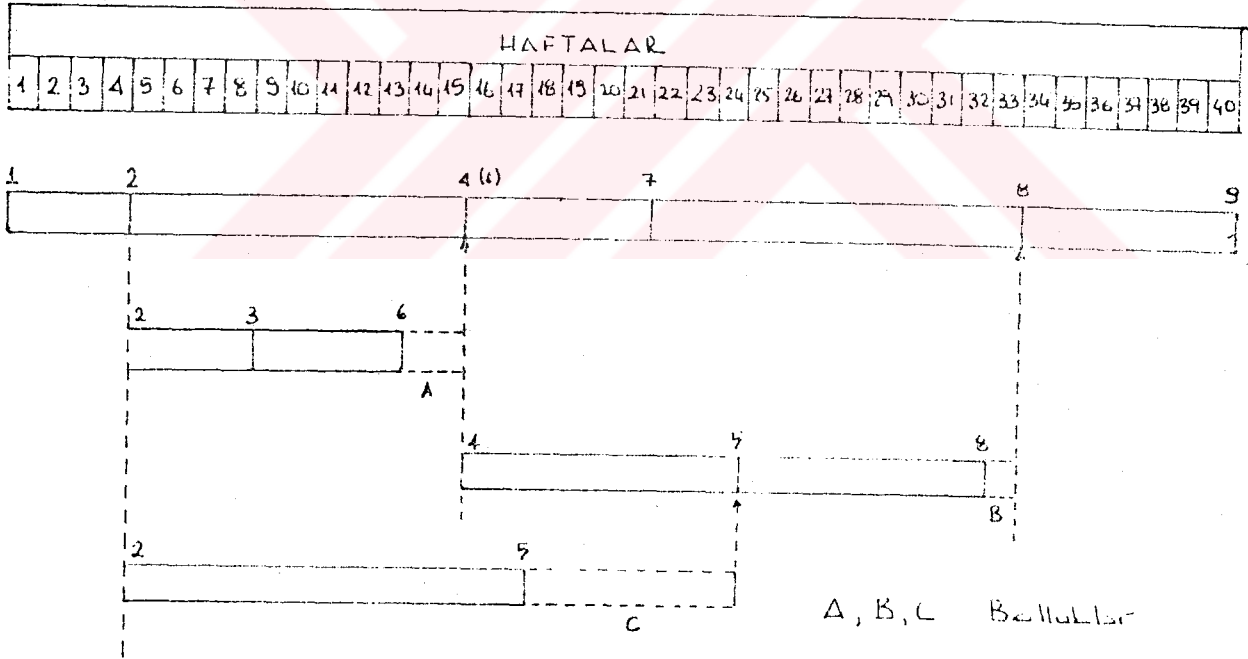
Şekil 2.2.28'deki örnek 6-7 kritik faaliyetinin 6 no'lu başlangıç noktasından çıkılan düşey Şekil 2.2.29'daki durum kaşı geldiği için kritik yörünge 2-4 faaliyetine geçer ve bu faaliyet kritik olur. Benzer şekilde 1-2 faaliyeti de kritiktir.

Görüldüğü gibi, düğüm noktalarının E ve G zamanları hesaplanmadan grafik yol ile kritik yörünge 1-2-4-6-7-8-9 yolunu izlediği ve 1-2, 2-4, 4-6, 6-7, 7-8 ve 8-9 faaliyetlerinin kritik olduğu saptanmıştır.

c. Faaliyetlerin Bolluklarının Grafik Olarak Hesaplanması

Kritik yörünge üzerinde bulunmayan faaliyetlerin gerek başlangıç gerek ise, tamamlanma zamanlarının belirli bir termini olmadığını ve bu gibi faaliyetlerin çeşitli bolluklarının bulunduğunu biliyoruz. İşte bu bollukların, çubuk diagramından hareketle hesaplanabilmesi mümkündür.

Bu hesaplamaları yapabilmek için öncelikle çubuk diagramı yeniden ve basit olarak çizelim. (Şekil 2.2.32) Bu yeni diagramda kritik faaliyetler, zamana göre ard arda sıralanarak birinci sıraya çizilir. Birinci sıradaki faaliyetlerin toplam proje zamanını baştan sona kadar kapladığı için, bu sırada bulunan ve aynı zamanda kritik yörünge olan tüm düğüm noktalarına ilişkin terminler tam olarak uygulanmalıdır.



Şekil 2.2.32

2.3. PERT

2.3.1. GENEL KAVRAMLAR

Bir proje planlanırken çok değişik sorularla karşı karşıya kalabiliriz. Örneğin, projedeki herhangi bir faaliyet için, faaliyet süresi tahmini ne kadar duyarlı olmalıdır? Çok sayıdaki belirsizlikler nasıl hesaba katılacaktır.

Planlar yaparken sonuçların zaman ve maliyet tahminlerine dayandığını unutup, bunları dokunulmaz sanmanın büyük sakıncaları vardır. İlk bakışta, tahminler tam doğru olmadıkça çıkan neticelerin yararlı olamayacağı düşünülebilir. Ancak tahminleri iyi kullanacak bir yöntemimiz olduğu sürece, zayıf bilgi ile bile, iyi neticeler elde edilebileceğini unutmamak gerekir.

Bazı projelerde, ağ diagramının bazı faaliyetlerinin süreleri tam olarak bilinmez. Eğer süresi belirsiz olan bu faaliyet kritik yörünge üzerinde değil ise ve bulunduğu düğüm noktalarında büyük bolluklar varsa, yine kritik yörünge yöntemi ile programlama yapılabilir. Ancak iş programında, ileride göreceğimiz, zorlamalar, kapasite dengelemesi ve maliyet hesabı gibi irdelemeler yapılamaz.

Eğer faaliyet süreleri belli olmayan kritik yörünge üzerinde ise artık yatırımın tamamlama süresi saptanabilmesi bile mümkün değildir. İşte bu durumlarda projelerin planlanması PERT yöntemi ile yapılmalıdır.

"İngilizce Program Evaluation and Review Technique kelimelerinin baş harfleri ile adlandırılan PERT yönteminde belirsiz süreler, olasılıklar hesabına göre hesaplanabilmektedir."⁴¹ Ayrıca düğüm noktaları ile projenin toplam süresinin programa göre yüzde kaç olasılıkla tamamlanabileceği de bulunabilmektedir. Bu yöntem, uzun zamanla, elemanları süre ve iş bakımından pek çok koşullara bağlı olan karışık yatırımlarda çok kullanılmaktadır. Örneğin, askeri araştırmalarda, uzay araçlarının programlanmasında, nükleer çalışmalarda bu yöntem kullanılabilir.

"PERT yöntemi, süreleri tam bilinmeyen faaliyetlerin programda gözönüne alınmasını sağladığından kapsamı, kritik yörünge yöntemine göre daha geniştir."⁴²

⁴¹ Karayalçın, s.227

⁴² Erişkon, Alev, Yücel, s.51

2.3.2. BELİRSİZ FAALİYET SÜRELERİNİN TAHMİNİ

Tahmin konusunda, temel varsayımın, yapılacak iş hakkında bilğimiz oluşudur. Faaliyet süresi ve maliyet tahminleri genel olarak geçmişte kazandığımız deneyimlerden edinilen bilgileri dayanmaktadır.

Birçok iş türü için bu tahminler çok yararlı sonuçlar verebilirler. Ancak bazı tür işlerde, örneğin araştırma geliştirme projelerinde, harp silah sistemlerinin geliştirilmesinde bize pek yakın olmayan kavramlarla karşı karşıya kalabiliriz. Bu durumda, belirsizliklerin maliyet ve zaman tahminlerinin sağlamlığı konusunda ciddi sorunlar doğabilir. Hakkında çok az veya hiçbirşey bilmediğimiz bu faaliyetler için nasıl doğru tahminde bulunabileceğiz?

PERT yönteminde hesaplamalar beklenen tamamlanma süresi (t_e) kavramından yararlanarak hesaplanır. Faaliyetlerin belirsizlik derecesi ise standart sapma (σ_e) veya varyans (V_{te})'lara göre belirlenir.

Beklenen tamamlanma süresi, faaliyetin %50 olasılıkla tamamlanacağı süre demektir. PERT yöntemine göre, faaliyetlerin, düğüm noktalarının ve projelerin süreleri belirlenirse bunların ağ diagramında gösterilen terminlerde tamamlama olasılıkları genel olarak %50 demektir.

Ayrıca her termin için hesaplanan varyanslar da terminlerin belirsizlik derecelerini gösterirler.

"Olasılık kuramına göre, belirlenen tamamlanma süresi t_e 'nin belirlenebilmesi için, faaliyetin üç ayrı süresinin tahmin edilmesi gereklidir. Bunlar:"⁴³

- En erken tamamlanma süresi, iyimser süre ---> a
- En geç tamamlanma süresi kötümser süre ---> b
- En büyük olasılıkla tamamlanma süresi en muhtemel süre ---> m

Bu süreleri tamamlamak istersek;

- En erken tamamlanma süresi (a) : Faaliyetin en erken tamamlanabileceği süredir. Tüm etkenlerin faaliyete iyi yönde etki edecekleri varsayılmıştır. Faaliyetin, bundan daha kısa bir süre içinde bitirilmesi olasılığı çok düşüktür.

- En geç tamamlanma süresi (b) : Faaliyetin, en geç tamamlanabileceği süredir. Tüm etkenlerin, en elverişsiz biçimde etki edeceği gözönüne alınarak tahmin edilen süredir. Tüm etkiler

43 Frederick S. Hillier, Gerald J. Lieberman, Operation Research, San Francisco, Holden-Day Inc.s.234

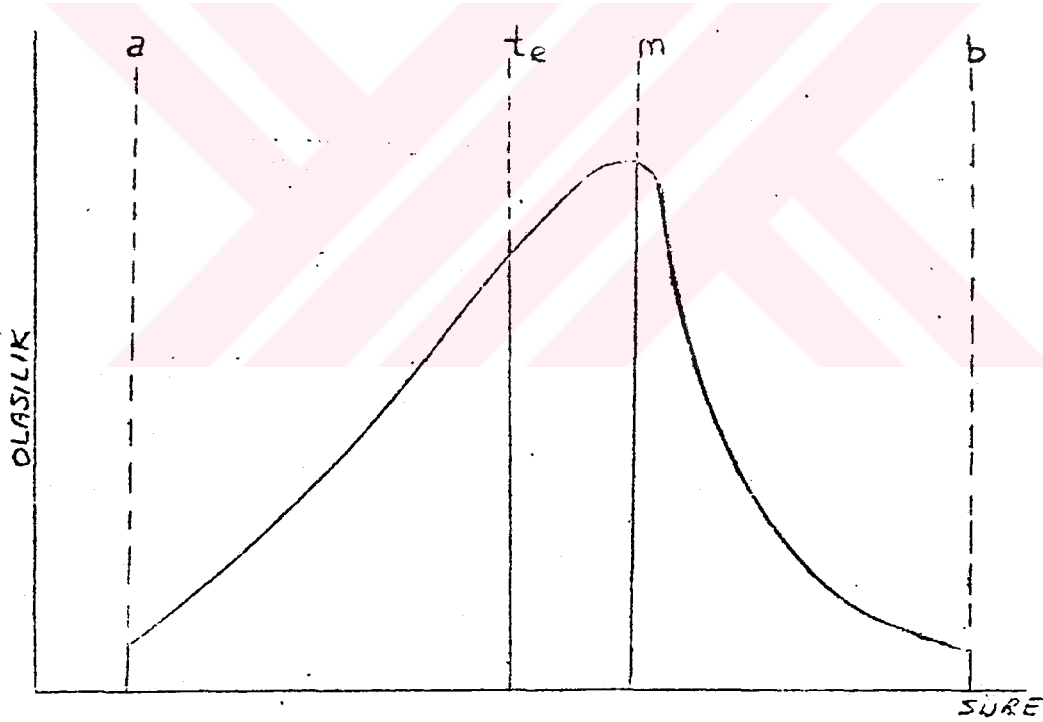
mümkün olabilecek en kötü olasılıklara göre, gözönüne alındığı için faaliyet bu süre sonunda %100 tamamlanır.

- En büyük olasılıkla tamamlanma süresi (m) : Herşeyin umulduğu gibi gitmesi durumunda ortaya çıkan süredir.

"PERT yönteminde, faaliyetin beklenen süresi t_e , aşağıdaki bağıntı ile hesaplanır."⁴⁴

$$t_e = 1/6 (a + 4m + b)$$

Formülün dayandığı kuram %50 doğru olma olasılığını kabul ederek belirsizliği dağıtmaktır. Yani süreler ile bunların olasılıklarını bir eğri ile gösterecek olursak, t_e değeri eğriyi iki eşit alana böler, (Şekil 2.3.1)
Bu eğri olasılık hesapları kuramında Beta eğrisi olarak adlandırılır.



Şekil 2.3.1.

44 Jerome D. Wiest, Ferdinand K. Levy, A Management Guide to PERT/CPM, New Jersey, Prentice Hall Inc, s.43

Şimdi beklene tamamlanma süresinin hesaplanmasını örneklerle yapalım.

Örnek:1 (Şekil 2.3.2)

$a = 20$ zaman birimi

$m = 30$ zb

$b = 40$ zb

$$t_e = 1/6 (20+4 \times 30+40)$$

$$t_e = 30$$

$$t_e = m$$

Örnek:2 (Şekil 2.3.3)

$a = 20$ zb

$b = 58$ zb

$m = 30$ zb

$$t_e = 1/6 (20+4 \times 30+58)$$

$$t_e = 33$$

$$t_e > m$$

Örnek:3 (Şekil 2.3.4)

$a = 8$ zb

$b = 40$ zb

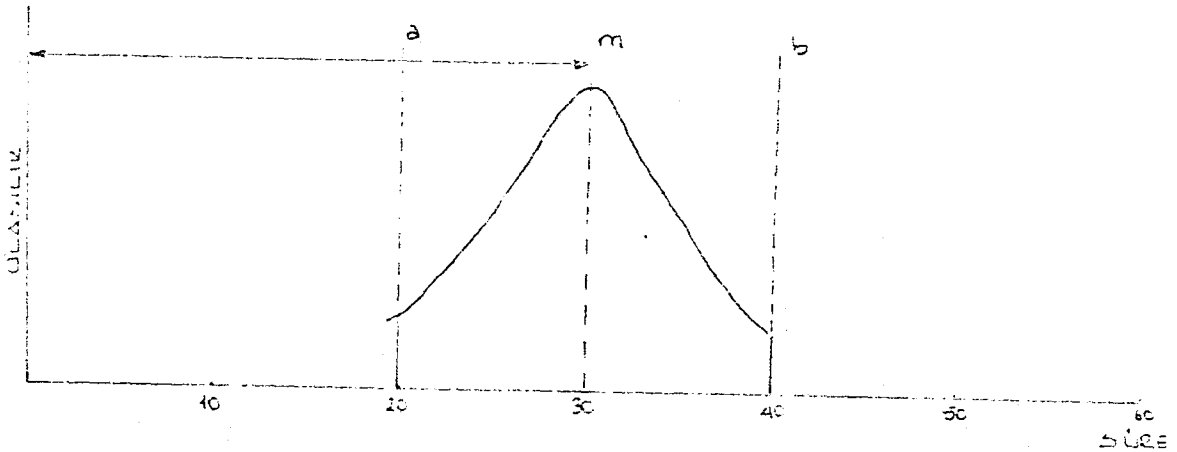
$m = 30$ zb

$$t_e = 1/6 (8+4 \times 30+40)$$

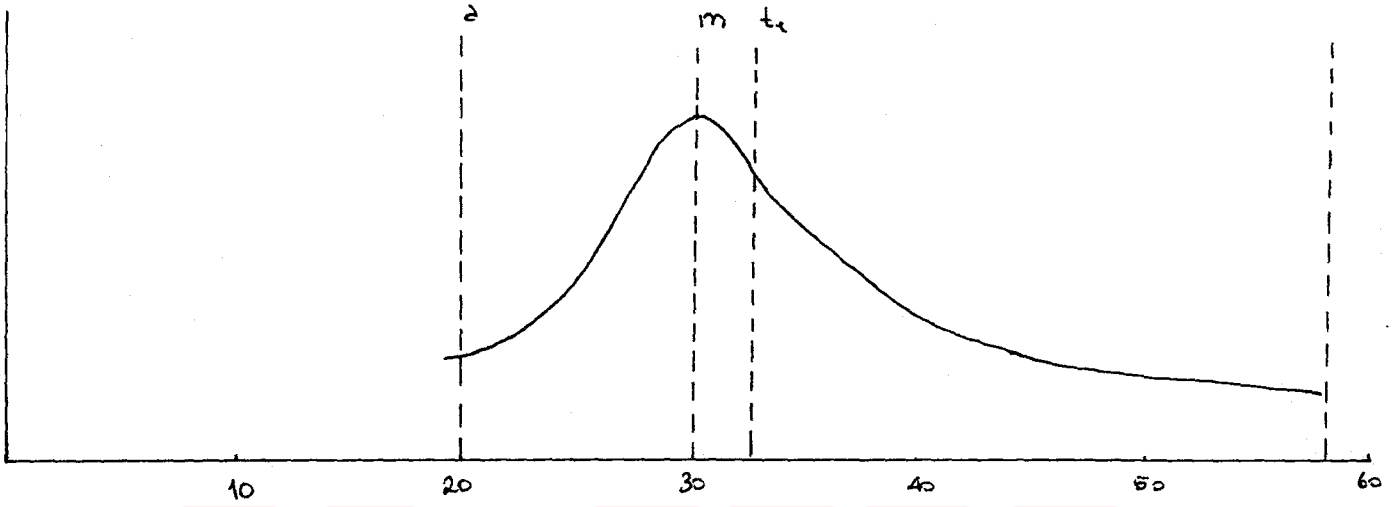
$$t_e = 28$$

$$t_e < m$$

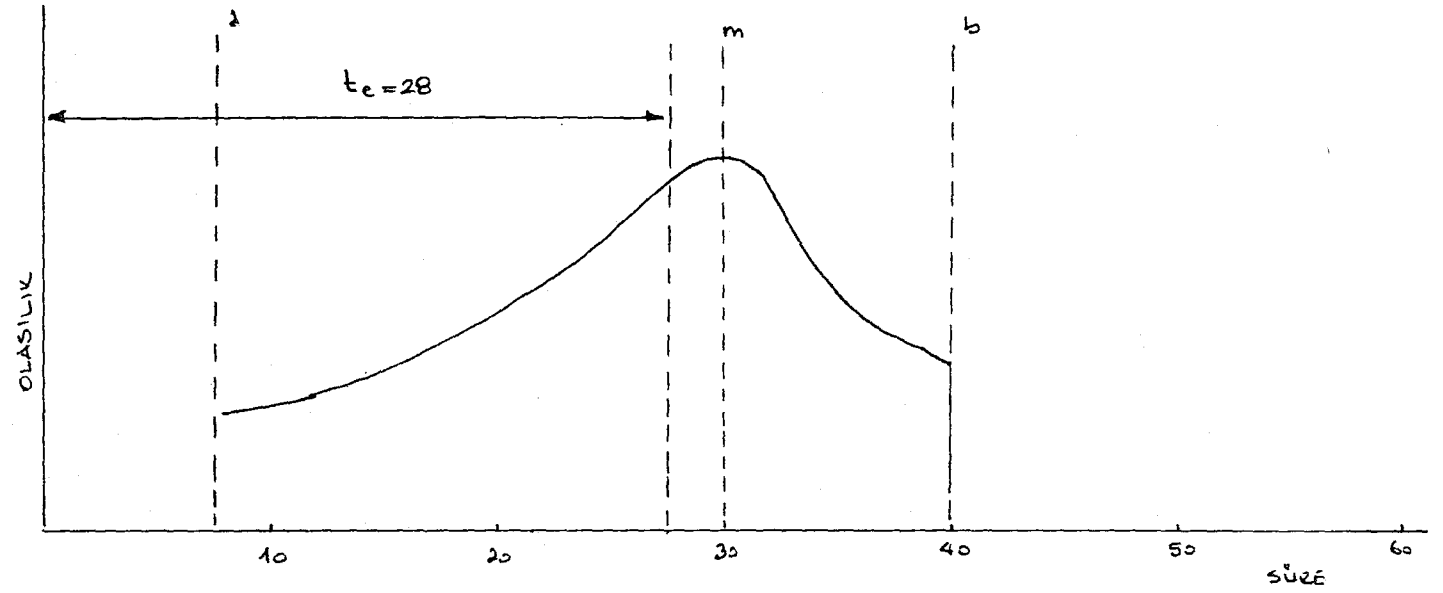
Akıla hemen şöyle bir soru gelebilir. Bir tek süre tahmini mi yoksa üç ayrı süre tahmini mi daha iyidir? Gerçekte önemli olan nokta bu iki tür tahminin kullanım yerleridir. Bir veya üç tahmin kullanmada yerleşmiş bir kural yoktur. Ancak bir iki noktanın bilinmesi yararlı olabilir.



Şekil 2.3.2



Şekil 2.3.3



Şekil 2.3.4

- . Belirsizlik olmayan durumlarda yalnız bir takım yapılmalıdır.
- . Yeni bir buluş sözkonusu değil ise kesinlikle üç tahmin kullanılmamalıdır.
- . Gerçekçi bir takvim yapmak zordur ama üç tahmin daha da zordur.

2.3.3. İSTATİSTİK KAVRAMLAR

PERT Yönteminde, faaliyetlerin beklenen tamamlanma süreleri ile hesap yapıldığını biliyoruz. Faaliyetlerin belirsizlik derecelerinin de standart sapma veya varyanslara göre belirlendiğinin de açıkladık. Belirsizliklerin saptanmasına temel oluşturmak üzere de Beta dağılım fonksiyonu seçilmiştir.

Beta fonksiyon denklemi,

$$f(t) = c (t-a)^{\alpha} (t-b)^{\beta}$$

biçimindedir ve Monte Carlo metoduna göre denklem aşağıdaki gibi de yazılabilir.

$$f(t) = [2\pi V(j)]^{-1/2} \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{m-E(m)}{V(j)^{1/2}} \right)^2 \right] dt + c$$

Bu eğrinin maksimumu m süresinden geçer. C Sabitinin belirlenmesi için,

$$\frac{df(t)}{dt} = 0 \quad t=m$$

koşulundan yararlanılır.

Beta eğrisinde belirsizliği tanımlayan standart sapma

$$\sigma_{te} = \frac{b - a}{6}$$

olarak hesaplanır. Bunun karesi olan, (σ_{te}) 'nin varyansı da

$$V_{te} = (\sigma_{te})^2 = \left(\frac{b - a}{6} \right)^2$$

Şimdi bir önceki bölümde verdiğimiz örnekler için standart sapma ve varyansı hesaplayalım.

Örnek:1

a = 20 zaman birimi
 m = 30 zb
 b = 40 zb
 t_e = 30 zb

$$\sigma_{te} = \frac{40-20}{6}$$

$$\sigma_{te} = 3.33 \quad V_{te}=11$$

Örnek:2

a = 20 zb
 m = 30 zb
 b = 58 zb
 t_e = 33 zb

$$\sigma_{te} = \frac{b-a}{6} = \frac{58-20}{6}$$

$$\sigma_{te} = 6.33 \quad V_{te}=40$$

Örnek:3

a = 8 zb
 m = 30 zb
 b = 40 zb
 t_e = 28 zb

$$\sigma_{te} = \frac{40-8}{6}$$

$$\sigma_{te} = 5.33 \quad V_{te}=28.4$$

Programlamada b'nin a'dan çok farklı değerler alması faaliyetin süresine pek çok faktörlerin etkiğini göstermektedir. Bunu anlamı faaliyette çok belirsizlikler var demektir. t_e'nin varyansı artıkça faaliyetin t_e süresinde tamamlanma olasılığı azalıyor anlamına gelir. PERT yöntemini kritik yörünge yönteminden ayıran önemli niteliklerden biri de süreler ile birlikte olasılıkların da hesaplanmasıdır.

2.3.4. AĞ DIAGRAMININ KURULMASI VE KRİTİK YÖRÜNGENİN BELİRLENMESİ

Projelerin ağ diagramının, faaliyetler arasındaki mantıksal bağlantılar gözönüne alınarak kurulması kritik yörünge yöntemindeki gibidir. Ağ diyagramında okla gösterilen faaliyetler üzerine beklenen t_{eij} tamamlanma süreleri ile bunlara ilişkin V_{ij}ta varyanslar beraber yazılırlar. (Şekil 2.3.5) Sonra ağ diagramının ilk düğüm noktasından başlayarak, tüm düğüm noktalarının en erken tamamlanma zamanları aynı kritik yörünge yönteminde olduğu gibi,

$$E_x = [\sum_{j=0}^x t_e] \text{ en büyüğü}$$

bağıntısı ile bulunur.

En erken tamamlanma süresine karşı gelen düğüm noktasının varyansı da, başlangıç noktasında sıfır alınarak

$$V_{XE} = \sum_{x=0}^X V_{te}$$

hesaplama ile ilgili yerlere yazılmalıdır.

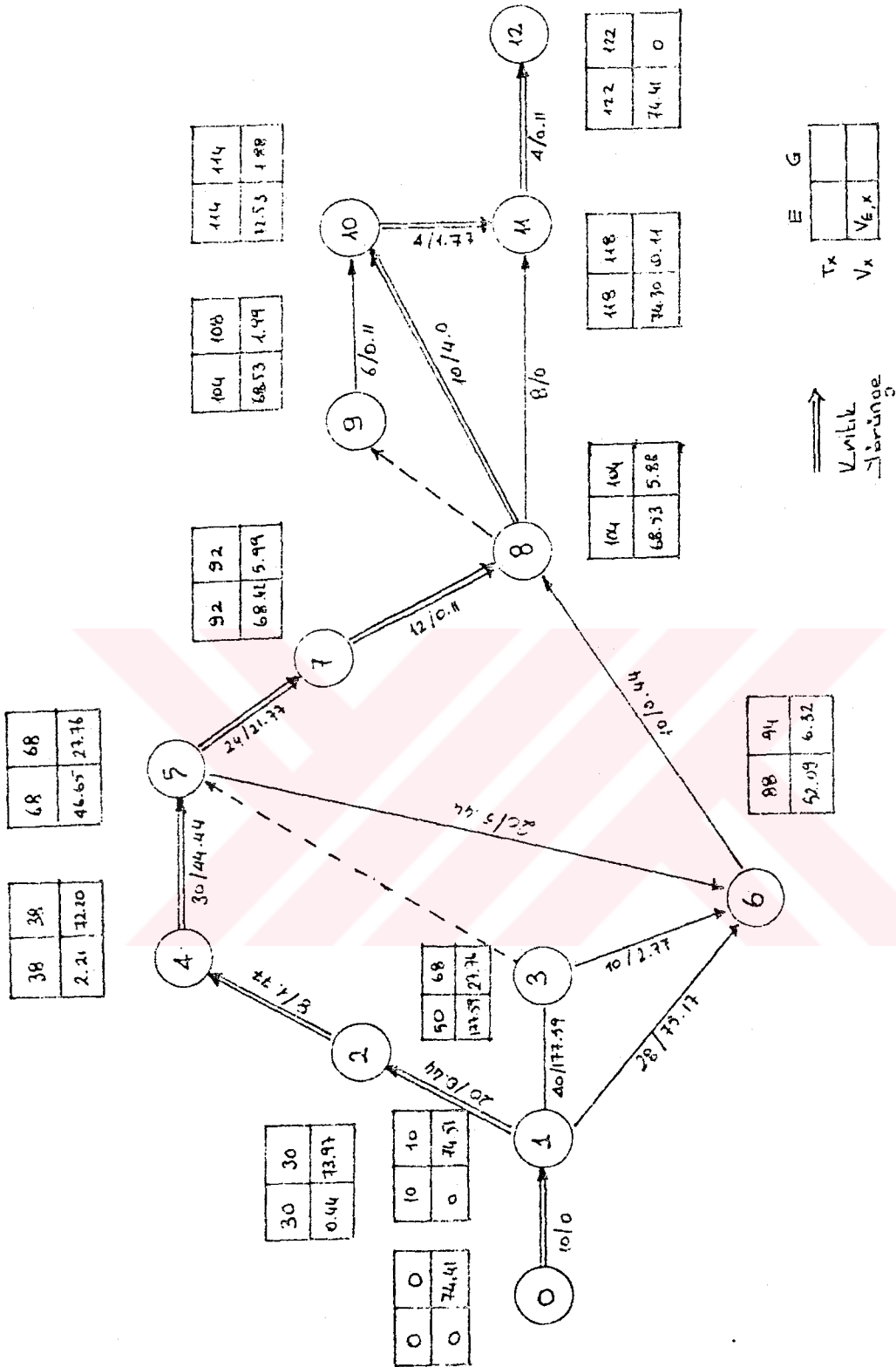
Burada dikkat edilmesi gereken önemli nokta, x düğüm noktasının E_x değeri hangi yörüngede bulunuyor ise bu düğüm noktasına ilişkin V_{XE} varyansıda aynı yörünge üzerinde bulunmalıdır. Görüldüğü gibi X düğüm noktasının V_{XE} üzerinde bulunan faaliyetlerin varyanslarının toplamıdır.

Ağ diagramının son düğüm noktasında,

$$E_{son} = G_{son}$$

$$V_{ESon} = 0$$

Son düğüm noktasının G 'ye karşı gelen varyansı sıfır alınıp geriye doğru düğüm noktalarının en geç tamamlanma zamanları



Şekil 2.3.5

$$G_x = [G_{son} - \sum t_e] \text{ en küçüğü}$$

ve V_{xG} varyansları da

$$V_{xG} = \sum V_{te}$$

birlikte belirlenir. V_{xG} lerin belirlenmesinde de V_{xE} 'ler için söylenen kural kullanılmalıdır. Bu işlemler ile ağ diyagramının tüm düğüm noktaları, yatırımın toplam tamamlanma süresi ile bunlara karşı gelen varyanslar belirlenmektedir. Kritik yörünge ve kritik faaliyetlerin belirlenmesi önceki bölümlerde anlatıldığı gibi yapılır.

Şimdi PERT yöntemini bir örnek üzerinde inceleyelim. Daha önce faaliyetlerini ve ağ diagramlarını verdiğimiz petrol boru hattı inşaatını ele alalım.

Faaliyetlerin çeşitli tamamlanma süreleri ile PERT yöntemine temel olan te süreleri ve standart sapma ve varyans değerleri Tablo 2.3.1'de görülmektedir. Her bir faaliyetin t_e/V_{te} değerleri Şekil 2.3.5' de okların altına yazılmıştır. Önce 0 başlangıç noktasından başlayarak düğüm noktalarının E ve bunlara karşılık gelen V_E 'leri bulunur. Örneğin:

$$0 \text{ düğüm noktasında : } E_0 = 0, \quad V_{E0} = 0$$

$$1 \text{ düğüm noktasında : } E_1 = 10, \quad V_{E1} = 0$$

$$2 \text{ düğüm noktasında : } E_2 = 10+20 = 30, \quad V_{E2} = 0+0.44 = 0.44$$

$$4 \text{ düğüm noktasında : } E_4 = 30+8 = 38, \quad V_{E4}=0.44+1.77 = 2.21$$

$$4-5\text{'den } E_5=38+30=68 \quad V_{E5}=1.21+44.44=46.65$$

$$3-5\text{'den } E_5=E_3=50 \quad V_{E5}=V_{E3}=177.59$$

4-5'den hesaplanan $E_5=68$, 3-5'den hesaplanan $E_5=50$ 'den büyük olduğu için 5 düğüm noktasının

$$E_5=68$$

$$V_E=46.65$$

alınmıştır. Benzer biçimde tüm düğüm noktalarının E ve V_E leri hesaplanırsa 12 numaralı son düğüm noktası için

	ADI	a	m	b	te	σ_{te}	Vte
0-1	Hazırlık Yapılması	10	10	10	10	0	0
1-2	Şantiye Kuruluşu	18	20	22	22	0.67	0.44
1-3	Boruların satın alınması	20	30	100	40	13.33	177.59
1-6	Vanaların satın alınması	18	30	70	28	8.67	75.17
2-4	Arazi Aplikasyonu	6	7	14	8	1.33	1.77
3-5	Kukla Faaliyet	-	-	-	-	-	-
3-6	Özel parçaların sağlanması	7	9	17	10	1.67	2.97
4-5	Boru harfiyatı	20	25	60	30	6.67	44.44
5-6	Kumanda odası inşaatı	17	18	31	20	2.33	5.44
5-7	Boruların Fersi	18	20	46	24	4.67	25.77
6-8	Vanaların yerine konması	8	10	12	10	0.67	0.44
7-8	Boru beton tespt kitleli	11	12	13	12	0.33	0.11
8-9	Kukla Faaliyet	-	-	-	-	-	-
8-10	Dolgu Yapılması	8	8	20	10	2.00	4.00
8-11	Kumanda odası tamamlanması	8	8	8	8	0	0
9-10	Boruların kontrolü	5	6	7	6	0.33	0.11
10-11	Temizlik Yapılması	2	3	10	4	1.33	1.77
11-12	Şantiyenin Kaldırılması	3	4	5	4	0.33	0.11

TABLO 2.3.1

$$E_{12} = 122$$

$$V_{E12} = 74.41$$

Sonra 12 düğüm noktasında

$$G_{12} = E_{12} = 122$$

$$V_{G12} = 0$$

kabul edilerek geriye doğru gidilir ve düğüm noktalarının G 'leri ve bunlara karşı gelen V_G 'leri bulunur.

Örneğin,

$$11 \text{ düğüm noktasında: } G_{11} = 122 - 4 = 118$$

$$V_{G11} = 0.11$$

$$10 \text{ düğüm noktasında: } G_{10} = 118 - 4 = 114$$

$$V_{G10} = 0.11 + 1.77 = 1.88$$

$$9 \text{ düğüm noktasında : } G_9 = 114 - 6 = 108$$

$$V_{G9} = 1.88 + 0.11 = 1.99$$

8 düğüm noktasında ise,

$$9-8' \text{ den } G_8 = G_9 = 108$$

$$10-8' \text{ den } G_8 = 114 - 10 = 104$$

$$11-8' \text{ den } G_8 = 118 - 8 = 110$$

Bunlardan en küçük olanı 104, düğüm noktasının G 'sidir.
O halde 10-8 yörüngesinden

$$G_8 = 104$$

$$V_{G8} = V_{G10} + 4.0 = 1.88 + 4.0 = 5.88$$

Benzer şekilde diğer düğüm noktalarının değerleri de belirlenerek 0 başlangıç noktası için

$$G_0 = 0$$

$$V_{G0} = 74.41$$

Kritik yörüngenin belirlenmesi daha önce anlatılan yol ile yapılır.
PERT yönteminde de kritik yörünge,
0-1-2-4-5-8-11-12 düğüm noktalarından geçmektedir.

Şimdi ağ diyagramını irdelleyeceğiz.

Şekil 2.3.5'de görülen düğüm noktalarına ilişkin değerler doğru olarak hesaplanmışlar ise

$$V_{E12} = V_{G0} = 74.41$$

$$V_{G12} = V_{E0} = 0$$

. Kritik yörüngeye geçtiği tüm düğüm noktalarında ise,

$$V_{EX} + V_{GX} = \text{sabit} = V_{12}$$

olmalıdır.

Örnek olarak 1 ve 8 düğüm noktalarını ele alalım.

$$1.\text{düğüm noktasında : } 0 + 74.41 = 74.41$$

$$8.\text{düğüm noktasında : } 08.53 + 5.88 = 14.41$$

Tüm bu denetlemeler hesapların doğru olup olmadığını anlamak için gereklidir, ancak yeterli değildir. PERT yönteminde, düğüm noktaları için yalnız bir tür bolluk tanımlanmaktadır. Buna göre n düğüm noktasının bolluğu B_n ,

$$B_n = G_n - E_n$$

olarak hesaplanır. Bu bolluk, anlam bakımında, kritik yörünge yöntemindeki toplam bolluğa (TB) karşı gelmektedir. Düğüm noktasının esnekliğini gösterir. Kural olarak; bollukları, sıfır olan düğüm noktaları kritik yörünge üzerinde bulunurlar.

Genel olarak bir n düğüm noktasında V_{En} ve V_{Gn} gibi iki varyans vardır. Düğüm noktalarının varyanslarının ifade ettikleri anlamları şöyle açıklayabiliriz.

V_{En} , ağ diyagramının başında n düğüm noktasına kadar, V_{En} varyansının hesaplandığı yörünge üzerindeki faaliyetlerin belirsizlik derecesini gösterir.

Örneğin, b düğüm noktasında,

$$V_{E6} = 52.09' \text{ dur ve}$$

0-1-2-4-5-6 yörüngesinden hesaplanmıştır.

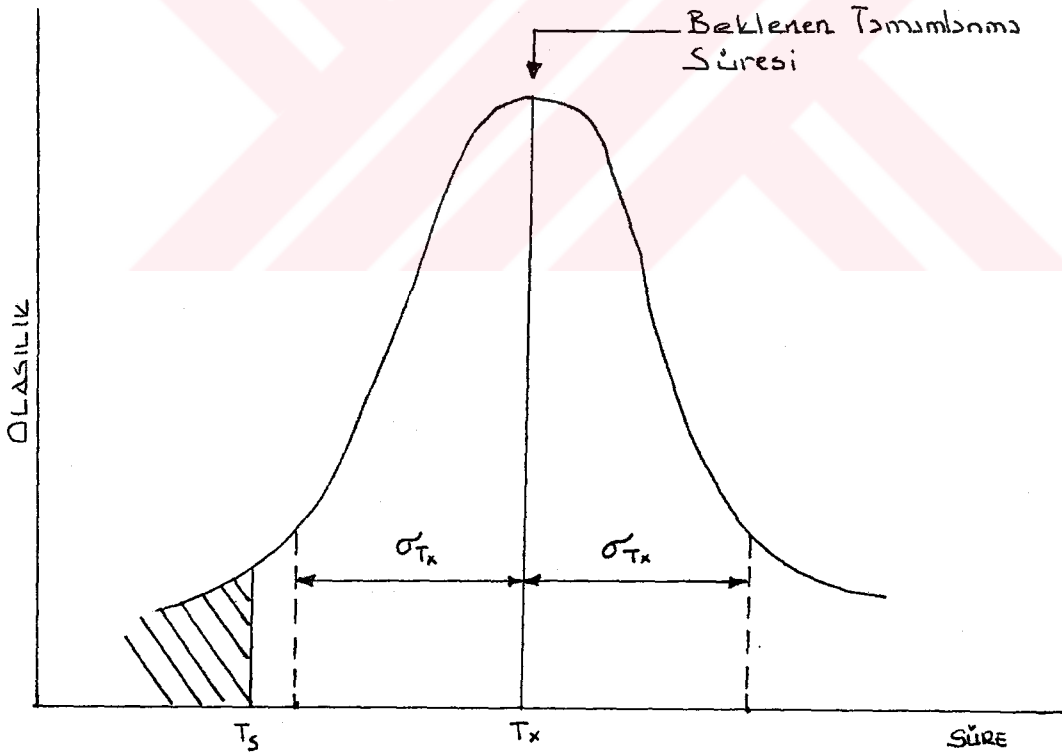
Yukarıdaki varyans değerlerinin anlamı şöyle açıklanabilir. Baştan 6 noktasına kadar 0-1-2-4-5-6 yörüngesi üzerindeki faaliyetlerin zamanlanmasındaki risk, 6 noktasından işin sonuna kadar 6-8-10-11-12 yörüngesindeki faaliyetlerin tamamlanmasındaki riskten çok fazladır. Başka bir deyimle, eğer 6 düğüm noktasında

biten faaliyetler zamanında tamamlanırsa, projenin bundan sonraki faaliyetlerinin zamanında tamamlanma olasılığı çok kuvvetlidir.

2.3.5. HERHANGİ BİR DÜĞÜM NOKTASININ T_s ZAMANINDA TAMAMLANMA OLASILIĞININ HESABI

PERT yöntemi ile programlanmış herhangi bir projenin bir x düğüm noktasının T_x tamamlanma süresinin istenen ara terminler tutmaması söz konusu olabilir. Bu durumda, bu düğüm noktasında biten işlerin istenen T_s zamanında tamamlanma olasılığı istatistik yöntemlerle hesaplanabilir. " T_x ve σ_{T_x} T_x değerlerine göre normal dağılım eğrisini (Beta eğrisini) gözönüne alalım. Bu eğrinin maksimumu T_x 'den geçer ve simetriktir. Standart sapmanın değerine göre de eğri dikleşir veya yatıklaşır. T_x küçük ise eğri diktir. Başka bir deyişle, T_x 'in hesabında doğruluk çok fazladır."⁴⁵

Verilen σ_{T_x} 'e göre çizilen beta eğrisi Şekil 2.3.6'daki gibi olsun. Bu düğüm noktasının T_s zamanında tamamlanması isteniyor ise, bunun gerçekleşebilme olasılığı, Şekil 2.3.6'da T_s 'in solunda kalan taralı alanın, eğrinin altındaki toplam alana bölünmesi ile bulunur.



Şekil 2.3.6

Beklenen tamamlanma süresi T_x , standart sapması da σ_{T_x} 'den bir düğüm noktasının T_s süresinde tamamlanma olasılığı,

$$Z = \frac{T_s - T_x}{\sigma_{T_x}}$$

bağıntısı ile tanımlanan bir z parametresine bağlı olarak Tablo 2.3.2' de verilmiştir.

Z_1	Olasılık	Olasılık	Z
- 2.0	0.02	0.98	2.0
- 1.5	0.07	0.93	1.5
- 1.3	0.10	0.90	1.3
- 1.0	0.16	0.84	1.0
- 0.9	0.18	0.82	0.9
- 0.8	0.21	0.79	0.8
- 0.7	0.24	0.76	0.7
- 0.6	0.27	0.73	0.6
- 0.5	0.31	0.69	0.5
- 0.4	0.34	0.66	0.4
- 0.3	0.38	0.62	0.3
- 0.2	0.42	0.58	0.2
- 0.1	0.46	0.54	0.1
0	0.50	0.50	0

Tablo 2.3.2

İşlerin ne zaman biteceğine ilişkin olasılık değeri ise

$$T_s^* = T_x + Z \sigma_{T_x}$$

bağıntısı ile hesaplanır.

Şimdi bir örnek ile tablonun kullanılmasını inceleyelim. Bir düğüm noktasında beklenen tamamlanma zamanı (E veya G), $T_x = 100$ gün

Standart sapma ise $\sigma_{T_x} = \sqrt{V_T} = 15$

Bu düğüm noktasının, % 100 olasılıkla tamamlanma süresi 1.00 için Tablo 2.3.2'den $Z \approx + 2.0$

$$T_s = 100 + 2.15 = 103 \text{ gün}$$

% 50 olasılıkla tamamlanma süresi:

% 50 olasılıkla tamamlanma süresi:

0-50 için Tablo 2.3.2'den $Z=0$

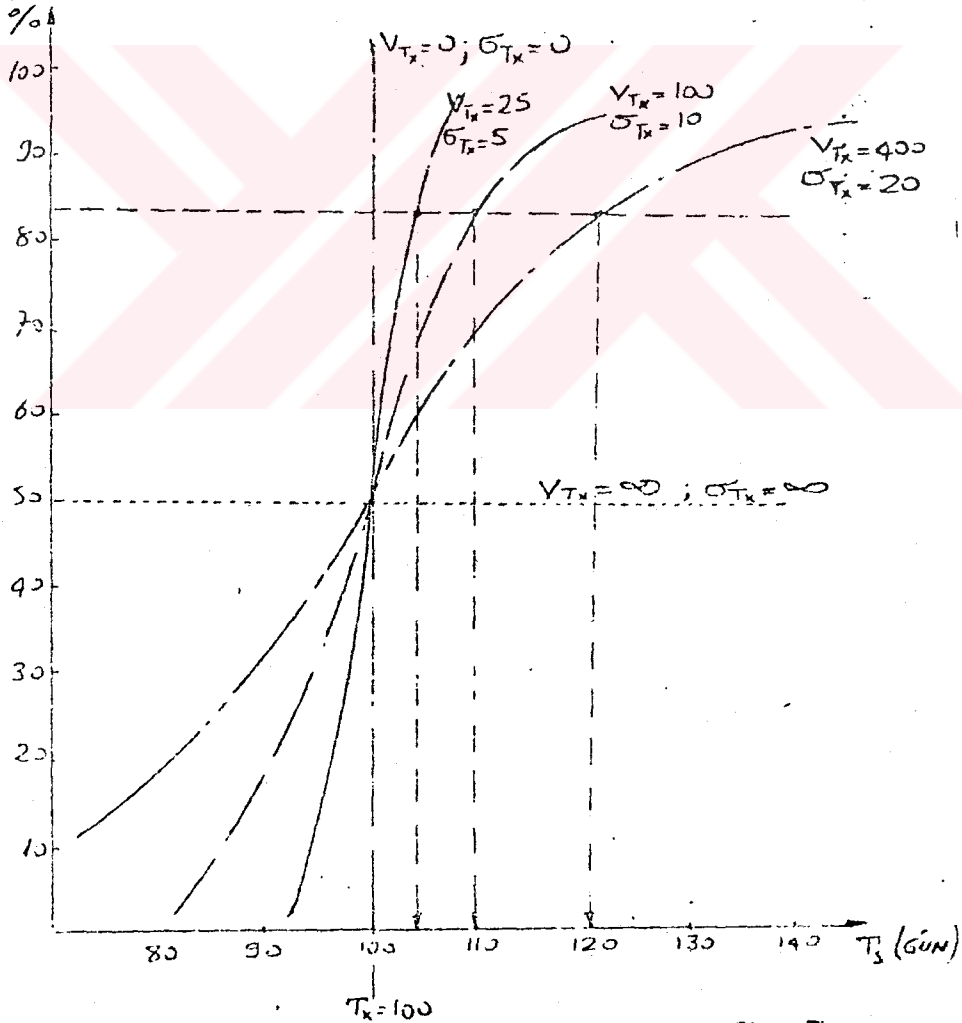
$T_s = T_x = 100$ gün

% 31 olasılıkla tamamlanma süresi

0-31 için Tablo'dan $Z = -0.5$

$T_s = 100 - 0.5 * 15 = 92.5$ gün

Bilindiği gibi ağ diyagramının düğüm noktalarının hesaplanan sürelerde tamamlanabilme olasılıkları % 50'dir. Tablo 2.3.2'de belirtilen normal dağılım eğrisi, T_x süresinin σ T_x standart sapmasına göre değişir. Standart sapma veya Varyans arttıkça belirli bir olasılıkla tamamlanma süresi de artar. (Şekil 2.3.7)



Şekil 2.3.7

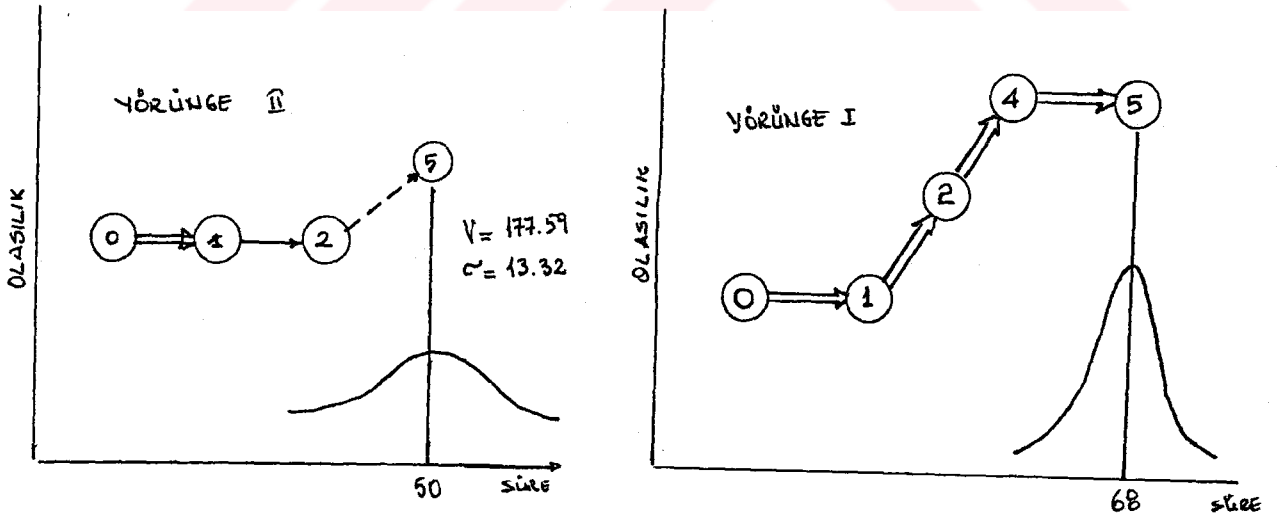
Örneğin bu noktanın % 84 olasılıkla tamamlanma zamanı

$T_x = 0$	için 100 gün
$T_x = 0$	için 105 gün
$T_x = 10$	için 110 gün
$T_x = 20$	için 120 gün
$T_x =$	için gün

olarak şekilden de görülmektedir. Anlaşılacağı gibi T_x büyüdükçe Beta eğrisi basıklaşmaktadır. Yani T'de belirsizlik arttıkça belirli bir olasılığa ilişkin tamamlanma süresi de T_x ' den uzaklaşmaktadır.

2.3.6. KRİTİK OLMAYAN YÖRÜNGELERİN DÜĞÜM NOKTALARININ TAMAMLANMASINA ETKİLERİ

Kritik yörünge üzerindeki düğüm noktalarının tamamlanma zamanları ve varyanslarının hesaplanması için kritik faaliyetlerden yararlanmaktadır. Bununla beraber kritik yörünge üzerinde bulunmayan, ancak söz konusu düğüm noktasında biten diğer faaliyetler zinciri de, bu düğüm noktasının tamamlanmasına belirli bir oranda etki ederler. PERT yöntemi ile her yörüngenin etkiye olasılığının hesaplanabilmesi mümkündür. Örneğin Şekil 2.3.5'deki ağ diyagramının 5.düğüm noktasının iki ayrı yörüngesi vardır. Bunlar kritik yörünge olan 0-1-2-4-5 yörüngesi ile 0-1-3-5 yörüngesidir. Eğer 5 noktasının en erken tamamlanma süresini her iki yoldan ayrı ayrı giderek hesaplırsak farklı iki değer elde edildiğini görürüz. (Şekil 2.3.8)



Şekil 2.3.8

Yörünge I'e göre;

$$E_{5,I} = 68$$

$$V_{E5} = 46.65$$

$$\sigma_{E5} = \sqrt{V_{E5}} = 6.83$$

Yörünge II'ye göre ise;

$$E_{5,II} = E_3 = 50$$

$$V_{E5} = 177.59$$

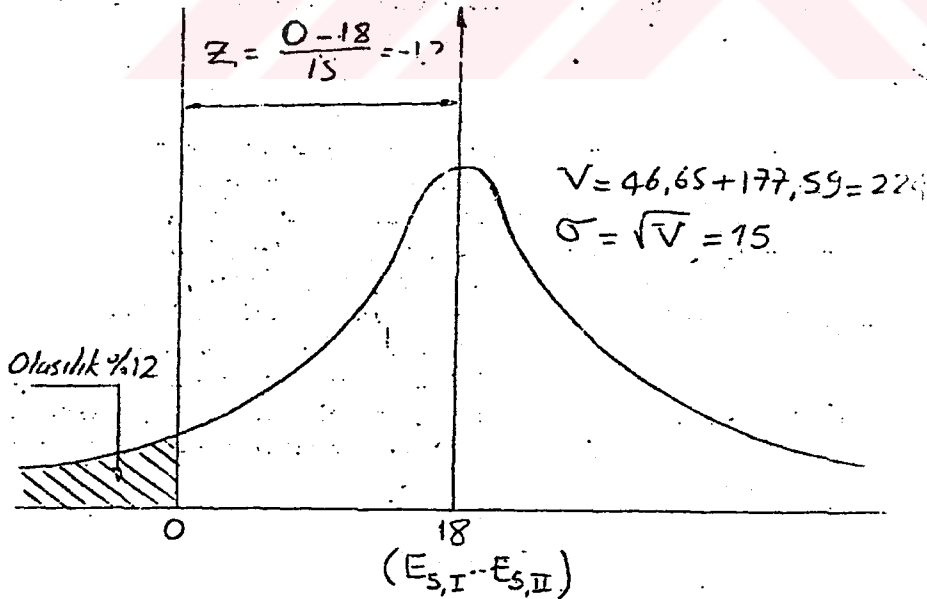
$$\sigma_{E5} = 13.32 \quad \text{bulunur.}$$

Bu sonuçlara göre yörünge II, yörünge I'den 18 gün önce tamamlanmaktadır. Ancak yörünge II'nin 5. noktasındaki varyansı 177.59 olduğu için 50.günde tamamlanabilmesi olasılığı çok belirsizdir. Buna ilişkin beta eğrisinde çok yatıktır. Şimdi soru şudur: Acaba bu durumda yörünge II'nin 5. düğüm noktasının tamamlanmasına hiç etkisi yok mudur? Varsa bu etki nasıl hesaplanabilir.

$$E_{5,I} - E_{5,II} = 68 - 50 = 18$$

farkını bulalım.

Bu farkı esas alarak ve iki yörünge'nin toplam varyansı olan, $177.59 + 46.65 = 224.24$ e göre hesaplanan $\sigma = 15$ standart sapması ile normal dağılım eğrisini yeniden çizelim (Şekil 2.3.9)



Şekil 2.3.9

5. düğüm noktasındaki faaliyetlerin bitimi 18 gün önceye alınır ise, bu olasılığın gerçekleşmesini hesaplayalım.

$$Z = \frac{0 - 18}{15} = -1.2$$

Tablodan $Z = -1.2$ için % 12 bulunur. Bu durumda 0-1-3-5 yörüngesi de kritik olmaktadır. Buna göre, yörünge II deki faaliyetlerin 5 düğüm noktasına etkisi % 12 dir. Yörünge I'in etkisi ise % 38 olur. Böylelikle, istenen her düğüm noktası için yörüngelerin etkisinin hesaplanabilmesi mümkün olmaktadır.

Herhangi bir düğüm noktasını ilişkin yörünge sayısı üç veya daha fazla olur ise, yörüngelerin etkilerinin hesaplanması biraz daha karmaşıklaşmaktadır.

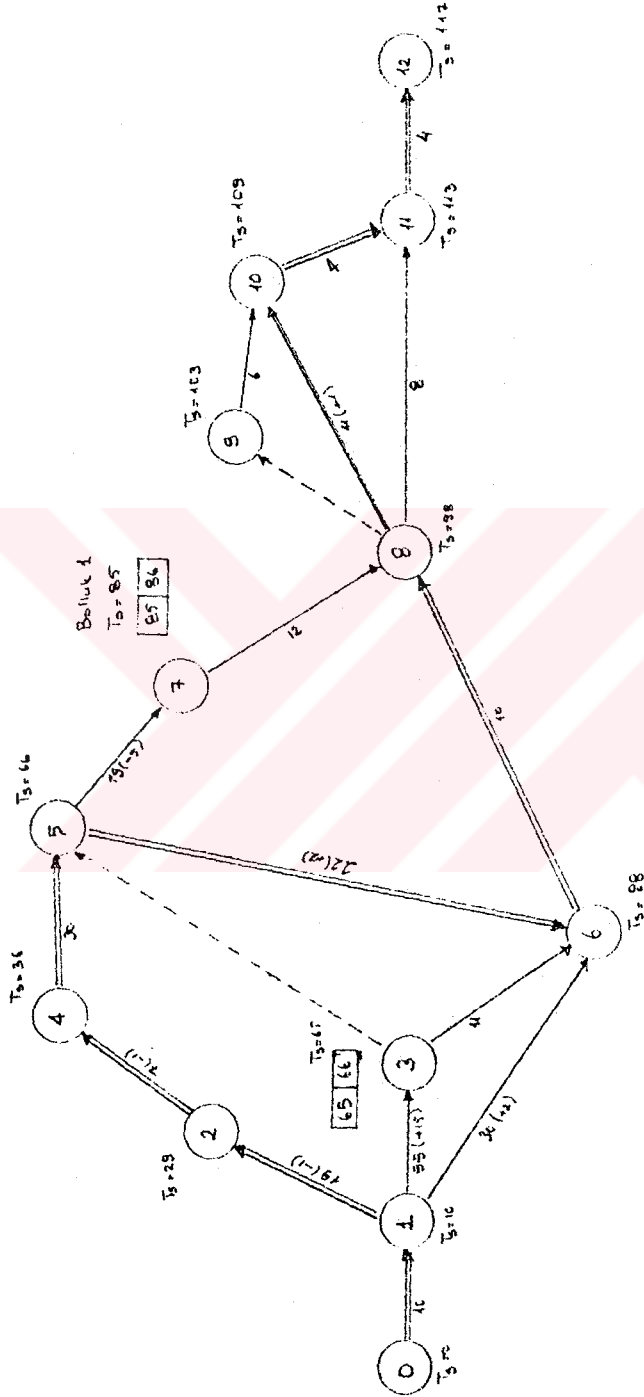
2.3.7. PROJE SÜRESİNİN DEĞİŞTİRİLMESİ

Hesaplamalar sonucunda ortaya çıkan proje süresi, değişik nedenlerle kısaltılmak istenebilir. Bu gibi durumlarda gerek kritik yörünge yönteminde gerekse PERT yönteminde bazı faaliyetlerin sürelerinin kısaltılabilmesi mümkün olmaktadır.

Örnek olarak Şekil 2.3.5'deki toplam süresi 112 gün olan projeyi ele alalım. Projenin toplam süresinin kısaltılabilmesi için PERT yönteminde her faaliyetin özellikleri yeni tamamlanma riskleri de gözönüne alınarak bazı faaliyetlerin süreleri kısaltılır. Önceden gereksiz yere kısa hesaplanmış olan bazı faaliyet süreleri de uzatılır. Kısaltılan yeni T_s faaliyet sürelerinin,

$$a < t_s < b$$

olması ve mümkün ise m değeri yakınlarında seçilmesine dikkat edilmelidir. Bu açıklamalara göre yeni t_s faaliyet süreleri Şekil 2.3.10' da faaliyetleri gösteren okların altına yazılmıştır. Eğer t_s 'ler t_e 'ye göre daha kısa olarak belirlenirse bu kısalığın ölçüsü (-) işaretli olarak parantez içinde belirtilir. Eğer t_s süreleri, t_e 'ye göre daha uzun olursa bu uzunluğun ölçüsü de (-) işaretli olarak parantez içinde belirtilir. Örneğin, 5-7 faaliyeti beklenen tamamlanma süresinden 5 gün kısaltılarak 19 güne indirilmiştir. Yine, 1-3 faaliyeti de 15 gün uzatılarak 55 güne çıkarılmıştır. Böylelikle tüm düğüm noktalarının bollukları ya sıfır ya da minimum yapılmıştır. Bu durumda düğüm noktalarının beklenen tamamlanma süreleri T_s olarak tek değer alınabilir.



Şekil 2.3.10

Projenin yeniden düzenlenen ağ diyagramında düğüm noktalarının T_s zamanlarında gerçekleşme olasılıklarını hesaplırsak Tablo 2.3.2 deki değerleri elde ederiz.

Düğüm Nok. No:	E_x	V_{EX}	σ_{TEX}	Yeni Süre T_s	$z = \frac{T_s - E}{\sigma_{TEX}}$	Gerçekleşme Olasılığı %
0	0	0	0	-	-	100
1	10	0	0	10	-	1000
2	30	0.44	0.63	29	-1.59	6
3	50	177.59	13.32	65	1.13	87
4	38	2.21	1.49	36	-1.34	6
5	68	46.65	6.83	66	-0.29	36
6	88	52.09	7.22	88	0	50
7	92	68.42	8.27	85	-0.85	20
8	104	68.53	8.28	98	-0.73	23
9	104	68.53	8.28	103	-0.12	45
10	114	72.53	8.52	109	-0.59	28
11	118	74.30	8.62	113	-0.58	28
12	122	74.41	8.63	117	-0.58	28

Tablo 2.3.3

Tablo 2.3.3'ü inceleyecek olursak, 2 düğüm noktasının 29.günde tamamlanma olasılığı %6'dır. Yine 4.düğüm noktasının 36.günde tamamlanma olasılığı da %6 dır. Toplam proje süresinin ise 117 günde gerçekleşmesi olasılığı %23'dür.

Projenin istenen sürede tamamlanabilmesi için, gerçekleşme olasılıkları düşük olan 2. ve 4. gibi düğüm noktalarının zamanında tamamlanabilmesi yönünde özel ilgi gösterilmesi gerekmektedir.

Tüm faaliyetlerin t_e süreleri en güvenli süreler olan b süreleri alınır ise, tüm düğüm noktalarının tamamlanma sürelerinin olasılıkları büyük fazlalıklarla % 100 bulunur.

Bu durumun tersine, faaliyetlerin t_e süreleri yerine en erken süreler olan a değerleri alınırsa, tüm düğüm noktalarının tamamlanma sürelerinin olasılıkları 0,1,3 düğüm noktaları hariç sıfırdır.

2.3.8. EN GÜVENLİ YATIRIM SÜRESİNİN BULUNMASI

Bir projenin en güvenli bir şekilde programlanması, tüm düğüm noktalarının hesaplanan tamamlanma sürelerinin %10 olasılıkla gerçekleşmesi anlamını taşır. Projenin düğüm noktalarının tamamlanma sürelerinin bu güvenli programlamayı sağlayabilecek şekilde ayarlanması mümkündür. Bu durumu Şekil 2.3.5 de verilen örnek üzerinden inceleyelim.

Düğüm noktalarının yeni T_s zamanları

$T_s = T_x + Z \cdot \sigma_{T_x}$ ' den hesaplanır.

% 100 olasılık için Tablo 2.3.2'den $Z = +2$, bulunup yerleştirilirse $T_s = T_x + 2\sigma_{T_x}$ bağıntısı ile T_s hesaplanır.

Düğüm noktalarının yeni T_s zamanlarını hesaplırsak Tablo 2.3.4'de görülen sonuçlar elde edilir.

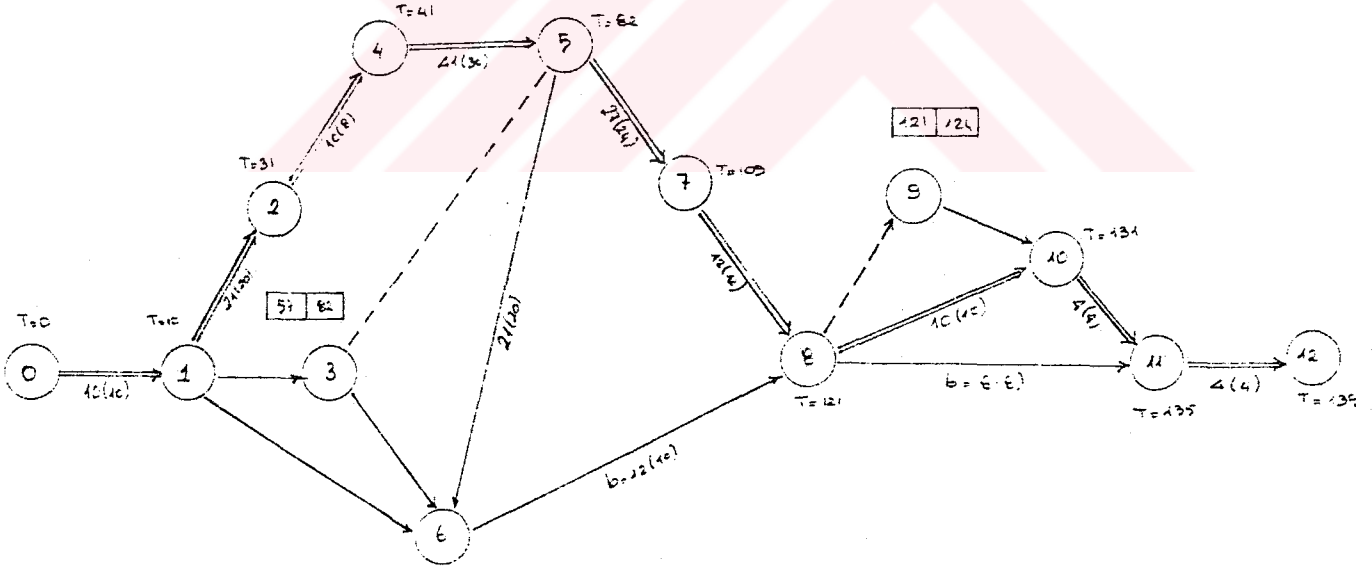
DüğümNok	T_x	$Z \cdot \sigma_{T_x}$	T_s
0	0	0	0
1	10	0	10
2	30	$1.26 \approx 1$	31
3	50	$26.66 \approx 27$	77
4	38	$2.98 \approx 3$	41
5	68	$13.66 \approx 14$	82
6	88	$14.44 \approx 15$	103
7	92	$16.54 \approx 17$	109
8	104	$16.56 \approx 17$	121
9	104	$16.56 \approx 17$	121
10	114	$17.02 \approx 17$	131
11	118	$17.24 \approx 17$	135
12	122	$17.26 \approx 17$	139

Tablo 2.3.4

Düğüm noktalarının yeni T_s değerleri esas alınarak faaliyet süreleri hesaplanabilir. Faaliyetlerin yeni t_s süreleri daima t_e den büyük değerler olacaktır. Bunda bir risk yoktur. Ancak bazı faaliyet süreleri $T_s > b$ olursa, bu durumda, en fazla $t_s = b$ alınmalıdır. Bu nedenle bazı düğüm noktalarının T_s 'leri Tablo 2.3.4 dekinden farklı alınmıştır. Bu durumda $E = T_s$, $G > T_s$ olur. Bu daha da güvenli bir durumdur. (Şekil 2.3.11)

Şekil 2.3.11'de düğüm noktalarının Tablo 2.3.4'den alınan T_s değerleri ve bunlara göre hesaplanan faaliyet süreleri ile kritik yörünge gösterilmiştir. Parantez içindeki faaliyet süreleri Şekil 2.3.5'deki t_e 'lerdir.

Eğer düğüm noktalarının ve buna bağlı olarak faaliyetlerin varyansları doğru ise, tüm faaliyetler üzerlerinde yazılı sürelerde % 100 gerçekleşir. Böylelikle projenin en güvenli PERT diyagramı elde edilmek olur.



Şekil 2.3.11

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM
UYGULAMALI ÖRNEK

SONUÇ

II.Dünya Savaşı sırasında İngiltere'de Operational Research, ABD'de Operational Analysis olarak ortaya çıkan ve 1950 yıllarında Türk Silahlı Kuvvetleri aracılığı ile Harekat Analizi adı altında Türkiye'ye de giren bir bilim dalı sivil sektör tarafından da etraflıca kullanılarak Yöneylem Araştırması ve Endüstri Mühendisliği isimleri ile anılmaktadır.

Daha çok savunma alanında kullanılmak maksadıyla gelişen daha sonra endüstriyel, ticari ve resmi alanlara atlayıp geniş bir sahada yararlanılan bu bilim dalı bilgisayarların gelişimi ile çok fazla etkilenererek daha önce hayal dahi edilemeyecek araştırmalarda kullanılmaya başlanmıştır.

Bu bilim dalının bize sağladığı bazı tekniklerde iş ve zaman planlama ve kontrol açısından uygulama alanı ve büyük yarar bulduğumuz GANNT, CPM (Critical Path Method) ve PERT (Project Evaluation and Review Technique) yöntemleridir.

Günümüzde değişen ve gelişen şartlar karşısında çalışma dünyası içinde yöneticilerin en büyük sorunu zaman sorunu olarak ortaya çıkmaktadır. Yöneticiler bu şartlar karşısında personelinin, maddi olanaklarını ve zamanını optimum olarak kullanmak durumundadır. Yöneticinin başarısı bu kaynakları değerlendirebilme becerisi ile orantılı olacaktır. Personel ve maddi olanaklar arttırılabilir gözükse de işletmeye maliyeti açısından avantajlı bir durum değildir. Ama diğer bir kaynak olan zaman kavramına gelince; bunun arttırılamadığı ortadadır. İşte burada yöneticinin çok iyi ve gerçekçi bir planlama yapması ve bunun ötesinde kontrol edebilmesi gerekmektedir.

Sonuç olarak başarılı olmak isteyen bir yönetici herşeyden önce zamanının kıymetinin farkına varmalı, bunu en iyi şekilde değerlendirebilmesi için plan yapma alışkanlığı edinmeli ve bu yapılacak planlarda basit zaman planları yanında bilimsel teknikler olan GANNT, CMP ve PERT yöntemlerinden de yararlanabilmelidir.

BİBLİYOGRAFYA

Elliott Jaques, In Praise of Hierarchy, Harward Business Review, January February, 1990,

Frederick S.Hiller, Gerald J.Lieberman, Operation Research, San Fransisco, Holden-Day Inc.

Hans G. Daellenbach, John A. George, Donald C.Mc Nickle, Operation Research Techniques, New Zealand, University of Canterbury, 1983

Harvey M.Wagner, Principles of Management Science, New Jersey, Prentice-Hall Inc., 1970

Hasan Erişkan, Turgut Alev, Ertuğrul Yücel, Planlama ve Kontrol, Laleli, Ömer Lütfi Sugan Kültür ve Eğitim Merkezi, 1973,

Herbert Moskowitz ve Gordon P.Wright, Operation Research Techniques for Management, New Jersey, Prentice Hall Inc., 1979,

Hürriyet Gazetesi, 24 Haziran 1993 Perşembe,

Hüseyin Başlıgil, Alptekin Erkollar, Proje Yönetimi, İstanbul, Eğitim Yayınları, 1990,

I.İlhami Karayalçın, Hareket Araştırması Dersleri, Gümüşsuyu, İstanbul Teknik Üniversitesi Matbaası, 1968,

Jerome D.Wiest, Ferdinand K.Levy, A Management Guide to PERT/CPM, New Jersey Preatice Hall Inc,

John Kidd, Managing with Operational Research, University of Aston, 1985,

Merril E.Douglass ve Donna N.Douglass, Manage Your Time, Manage Your Work, Manage Yourself, AMA, 1987,

Nihat Karakoç, İşletmelerde etkenliği belirleyen bir kaynak "Yönetmel Zaman", Verimlilik Dergisi,

Osman Halaç, Kantitatif Karar Verme Teknikleri, İstanbul, Evrim Dağıtım, 1991,

Rand K. Spero, Managing Time Horizons, Journal for Quality and Participation, March, 1992,

R.Alec MAckenzie, Zaman Tuzağı, İstanbul, İlgi Yayıncılık, 1985,

Robert C.Dorney, Making Time To Manage, Harward Business Review, January February 1988,

Şükrü Korlu, Hareket Analizi, İstanbul, Deniz Harp Okulu, 1990

Teaching Managers to do more in less time, Business Week, March 1975,

Yılmaz Usluer, Kritik Yol Analizi, İstanbul, Deniz Harp Okulu,



C.C. YÖNÜKÖZ
DOKÜMANTASI
YÖNÜKÖZ
YÖNÜKÖZ