

**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÖNETİMDE KUANTUM YAKLAŞIMI,  
ORGANİZASYONEL ENERJİNİN ÖLÇÜMÜ İÇİN BİR MODEL**

**DOKTORA TEZİ**

**Abdullah ŞENYILMAZ**

**Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Endüstri Mühendisliği Programı**

**KASIM 2012**



**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÖNETİMDE KUANTUM YAKLAŞIMI,  
ORGANİZASYONEL ENERJİNİN ÖLÇÜMÜ İÇİN BİR MODEL**

**DOKTORA TEZİ**

**Abdullah ŞENYILMAZ  
(507062102)**

**Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Endüstri Mühendisliği Programı**

**Tez Danışmanı: Prof. Dr. Haluk ERKUT**

**KASIM 2012**



İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 507062102 numaralı Doktora Öğrencisi **Abdullah ŞENYILMAZ**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “**YÖNETİMDE KUANTUM YAKLAŞIMI, ORGANİZASYONEL ENERJİNİN ÖLÇÜMÜ İÇİN BİR MODEL**” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

**Tez Danışmanı :**      **Prof. Dr. Haluk ERKUT**  
İstanbul Teknik Üniversitesi

**Jüri Üyeleri :**        **Prof. Dr. Seçkin POLAT**  
İstanbul Teknik Üniversitesi

**Prof. Dr. Yasemin ERENSAL**  
Doğuş Üniversitesi

**Prof. Dr. Hüseyin BAŞLIGİL**  
Yıldız Teknik Üniversitesi

**Yar. Doç. Dr. C. Erhan BOZDAĞ**  
İstanbul Teknik Üniversitesi

**Teslim Tarihi :**        **04 Temmuz 2012**  
**Savunma Tarihi :**     **26 Kasım 2012**



*Eşime ve aileme,*





## ÖNSÖZ

Bohr kuantum teorisi hakkında “Kuantum Teorisi karşısında şaşkınlığa uğramayanlar bu teoriyi anlamamış demektir” dediğinde aslında ne kadar haklı olduğu bu çalışma sırasında, kuantum teorisini araştırırken defalarca kanıtlamıştır. Kuantum teorisi, tam olarak anlayabilmek, yorumlayabilmek ve yönetim bilimine analogi ile bile olsa uygulayabilmek için son derece karmaşık, zor ama bir o kadar da heyecan ve potansiyel taşıyan bir teoridir. Bu çalışma için de, yönetim teorisindeki geleneksel yaklaşımlara alternatif olabilecek, analogik de olsa heyecan ve potansiyel katacak bir yaklaşıma ilham veren teori olmuştur. Geliştirilen model ile organizasyonel enerji kavramı ortaya konmuş, bu kavram ile organizasyon içinde üretilen bilgi üzerinden firma performansı ölçülebileceği düşünülmüştür. Kuantum teorisinin dinamiklik, belirsizlik, bütüncülük, öngörülemezlik, subjektiflik, kendi kendini organize edebilme, nedenselliğin olmaması, çok boyutlu ağ etkileşimine dayanması, karmaşıklık ve süreksizlik özellikleri modern yönetim ilkeleri ile örtüşmektedir. Bu nedenle kuantum teorisinin, yönetim bilimi içinde analogik olarak da olsa organizasyonları açıklamakta alternatif yaklaşımlardan biri olabileceği iddia edilmiştir. Kuantum yaklaşımı kullanıldığı için de tüm analogiler atom dünyası ile yapılmıştır. Organizasyonların sürekli bilgi üretmeleri, onların rekabette ve çevrelerinde farklılaşmalarını, avantaj elde etmelerini, kurumsal sürdürülebilirliklerini güvenceye almalarını sağlayacaktır. Farklılaşan, sürdürülebilir bir yaşama sahip olan organizasyonlar içlerinde enerji barındırırlar. Bu enerji de, enerjiyi doğuran bilgi üzerinden ölçülmesi de en doğru yaklaşım olacaktır. Bu tez, bu yaklaşıma hizmet eden bir çalışma olacaktır.

Kasım 2012

Abdullah ŞENYILMAZ  
(Endüstri Mühendisi)



## İÇİNDEKİLER

### Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER .....	ix
KISALTMALAR .....	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
ÖZET.....	xvii
SUMMARY .....	xxi
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
1.1 Çalışmanın Amacı .....	2
<b>2. KUANTUM TEORİSİ.....</b>	<b>7</b>
2.1 Kuantum Teorisinin Gelişimi .....	9
2.1.1 Eski kuantum teorisi.....	9
2.1.2 Yeni kuantum teorisi .....	9
2.2 Kuantum Teorisi Yorumları .....	10
2.2.1 Kopenhag yorumu .....	11
2.2.2 Dalga fonksiyonu ve olasılık yorumu .....	11
2.3 Kuantum Teorisindeki Önermeler.....	12
2.3.1 Heisenberg'in belirsizlik ilkesi .....	12
2.3.2 Tümlericilik ilkesi .....	13
2.3.3 Üst üste gelme (süperpozisyon) prensibi .....	13
2.3.4 Schrödinger dalga denklemi.....	14
2.3.5 Dolanıklık.....	15
2.4 Kuantum Mekaniği.....	16
2.4.1 Dinamik değişkenler .....	16
2.4.2 İşlemci (operatör) kavramı .....	16
2.5 Kuantum Mekaniğin Postülaları.....	17
2.5.1 Durumlar .....	17
2.5.2 Gözlemlenebilirlik .....	18
2.5.3 Ölçümler.....	18
2.5.4 Dinamikler .....	18
2.6 Kuantum Mekaniğindeki Temel Kavramlar.....	19
<b>3. BİLGİ TEORİSİ .....</b>	<b>23</b>
3.1 Veri.....	23
3.2 Enformasyon .....	23
3.3 Açık Bilgi .....	23
3.4 Örtülü Bilgi .....	24
3.5 Kuantum Bilgi .....	24
3.6 Fikir ile Bilgi Arasındaki İlişki .....	25
<b>4. LİTERATÜR TARAMASI .....</b>	<b>27</b>
4.1 Yönetim ve Organizasyon .....	28

4.2 Liderlik Yetenekleri.....	30
4.3 Şirket Birleşmeleri.....	32
4.4 Oyun Teorisi, Karar Verme ve Bilgi Yönetimi .....	32
4.5 Sosyoekonomi .....	33
4.6 Finans .....	34
4.6.1 Finans alanında yapılmış örnek bir çalışma .....	36
4.7 Bilgi Temelli Firma Performansı Ölçüm ve Değerlendirme Yöntemleri.....	46
<b>5. YÖNETİM BİLİMİNE KUANTUM YAKLAŞIMININ SUNABİLECEĞİ</b>	
<b>FARKLILIKLAR.....</b>	<b>49</b>
5.1 Newtoncu Görüşe Alternatif Olma.....	49
5.2 Çok Boyutluluk ve Nedenselliğin Yıkılması.....	51
5.3 Tamamlayıcılık İlkesi .....	52
5.4 Kapsayıcılık .....	53
<b>6. MODEL.....</b>	<b>55</b>
6.1 Atom Modelleri .....	55
6.1.1 Thomson modeli (1898).....	55
6.1.2 Rutherford modeli (1911) .....	55
6.1.3 Bohr modeli (1913) .....	55
6.1.4 Kuantum modeli (1924) .....	56
6.2 Analogiler .....	56
6.3 Notasyonlar.....	59
6.4 Kabuller .....	60
6.5 Formülasyon ve Sabitler .....	63
6.6 Model.....	70
6.7 Uygulama Yapılan Organizasyonun Yapısı .....	70
6.8 Örnek Proje Fikri.....	71
6.9 Gözlenecek Bulgular .....	72
<b>7. UYGULAMA.....</b>	<b>73</b>
7.1 Uygulama Kısıtları .....	73
7.1.1 Organizasyon yapısı .....	73
7.1.2 Bilginin şekli .....	73
7.2 Uygulama Yapılan Şirketin Tanıtımı .....	73
7.3 Data Çalışması.....	73
7.4 Örnek Bir Hesaplama .....	75
<b>8. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....</b>	<b>79</b>
8.1 Uygulama Sonuçları .....	79
8.2 Sonuçların Yorumlanması .....	80
8.2.1 Organizasyonel seviyeye göre.....	80
8.2.2 Yönetim kademesi göre.....	81
8.2.3 İş birimine göre .....	81
8.2.4 Genel sonuçlar.....	82
8.3 Limitler .....	86
8.4 Öneriler.....	88
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>89</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>99</b>

## KISALTMALAR

$A$	: Dalga genliği (m)
$A_H$	: Hidrojen elektronunun genliği (m)
$\hat{A}$	: $\psi(r, t)$ dalga fonksiyonunu bir $\varphi(r, t)$ dalga fonksiyonuna dönüştüren operatör
$a_i$	: Choustova (2008)'nin çalışmasında ki $j$ . tacir
$br$	: Birim
$C_i$	: Süperpozisyon ilkesine göre sistemin olası bulunma durumları
$c$	: Işık hızı (m/sn)
$c_i$	: $\langle i \psi\rangle$ olasılık genlikleri katsayısı olarak ifade edilen karmaşık sayı
$ i\rangle$	: Dirac'ın bra-ket notasyonuna göre sistemin olası fiziksel halleri
DNA	: Deoksiribonükleik asit
$e$	: Elektronun elektrik şarjı (C)
$\epsilon$	: Vakum geçirgenlik sabiti ( $F \cdot m^{-1}$ )
$E$	: Toplam enerji (eV)
EPR Deneyi	: Einstein, Podolsky ve Rosen Deneyi
$F$	: Kuvvet
$f$	: Choustova (2008)'nin çalışmasında ki finansal kuvvet
$g$	: Choustova (2008)'nin çalışmasında ki finansal mental kuvvet
$H$	: Hamiltonyen
$H(q, p)$	: Choustova (2008)'nin çalışmasında ki finansal enerjisi fonksiyonu
$h$	: Planck sabiti (joule sn)
$\hbar$	: İndirgenmiş planck sabiti (joule sn)
$K$	: Kinetik enerji (eV)
$k$	: Coulomb sabiti ( $N \cdot m^2 \cdot C^{-2}$ )
$m$	: Kütle (gr)
$m_H$	: Hidrojen elektronun ağırlığı (gr)
$m_j$	: Choustova (2008)'nin çalışmasında ki $j$ . tacire ait fiyat teklifinin finansal kütlesi
$p$	: Momentum (kg m/sn)
$Q$	: Choustova (2008)'nin çalışmasındaki fiyat uzayı
$q_j$	: Choustova (2008)'nin çalışmasındaki $j$ . tacir tarafından teklif edilen fiyat
$ q_i - q_j $	: Choustova (2008)'nin çalışmasındaki $a_1$ ve $a_j$ taciri fiyatları arasındaki fark, arbitraj
$q(t)$	: Choustova (2008)'nin çalışmasındaki tüm tacirler için bir t anındaki fiyat noktası
$R(q)$	: Choustova (2008)'nin çalışmasında ki $\varphi(q)$ 'in genliği
$r$	: Yarıçap (m)
R&D	: Research and Development (Araştırma ve Geliştirme)
ROI	: Rate of Investment (Yatırımın Geri Dönüş Oranı)
$S(q)$	: Choustova (2008)'nin çalışmasında ki $\varphi(q)$ 'in fazı
$T_j$	: Choustova (2008)'nin çalışmasında ki $j$ . tacirin toplam fiyat teklifi

$T$	: Dalga periyodu (sn)
$t$	: Süre (sn)
$U(q_1, \dots, q_n)$	: Choustova (2008)'nin çalışmasındaki pilot dalga tarafından oluşturulan yeni kuantum potansiyel enerji
$V$	: Potansiyel enerji (eV)
$V(x, t)$	: Zamana ve mekana Schrödinger potansiyel enerjisi (eV)
$v_j(t)$	: Choustova (2008)'nin çalışmasında ki $j$ . tacire ait fiyat değişim değişkeni
VAIC	: Value Added Intellectual Coefficient (Katma Değerli Entellektüel Katsayısı)
$x$	: Mesafe
$z_j(t)$	: Choustova (2008)'nin çalışmasındaki $j$ . tacirinin fiyat değişim değişkeni
$\lambda$	: Dalga boyu
$\lambda_H$	: Hidrojen elektronunun dalgaboyu (m)
$f$	: Frekans (1/sn=hertz)
$f_H$	: Hidrojen elektronunun frekansı (hertz)
$\omega$	: Açısal frekans
$\psi$	: Schrödinger dalga fonksiyonu
$\psi(x, t)$	: Zamana ve mekana bağlı Schrödinger dalga fonksiyonu
$ \psi(x, y, z; t) ^2$	: Parçacığın $t$ anında $x, y, z$ noktasında bulunma olasılık yoğunluğu fonksiyonu
$ \psi\rangle$	: Hilbert uzayında ki vektörlerin Dirac'ın bra-ket yazılımı ile gösterimi
$\langle \phi   \psi \rangle$	: Hilbert uzayında ki düzenli vektör çiftlerinin iç çarpımı
$\langle \psi   \psi \rangle$	: Dalga fonksiyonunun normalize olmuş hali
$  \psi  $	: Hilbert uzayında vektörlerin uzunluğu
$\phi(q)$	: Choustova (2008)'nin çalışmasında ki finansal pilot dalga fonksiyonu
$\Delta k$	: Dalga paketinin dalga sayısı dağılımı
$\Delta x$	: Dalga paketinin yerel dağılımı

## ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 2.1 : Kuantum mekaniğin temel kavramları.....	19
Çizelge 6.1 : Notasyon tablosu.....	59
Çizelge 6.2 : Uygulama yapılan şirketin hiyerarşi seviyeleri.....	68
Çizelge 6.3 : Örnek proje fikri.....	71
Çizelge 7.1 : İş birimi bazında proje sayıları.....	74
Çizelge 7.2 : Gerçekleşme yılına göre proje sayıları.....	74
Çizelge 7.3 : Organizasyon seviyesine göre proje sayıları.....	74
Çizelge 7.4 : Yönetim kademesine göre proje sayıları.....	75
Çizelge 8.1 : Organizasyon seviyesine göre sonuçlar.....	79
Çizelge 8.2 : Yönetim kademesine göre sonuçlar.....	80
Çizelge 8.3 : İş birimine göre sonuçlar.....	80
Çizelge 8.4 : Organizasyon seviyesi göre özet sonuçlar.....	80
Çizelge 8.5 : Yönetim kademesine göre özet sonuçlar.....	81
Çizelge 8.6 : İş birimine göre özet sonuçlar.....	81





## ŞEKİL LİSTESİ

	<b><u>Sayfa</u></b>
Şekil 6.1 : Atomun yapısı. ....	57
Şekil 6.2 : Dalga hareketi. ....	61
Şekil 6.3 : Model. ....	70
Şekil 6.4 : Uygulama yapılan şirketin organizasyon hiyerarşisi.....	71



## YÖNETİMDE KUANTUM YAKLAŞIMI, ORGANİZASYONEL ENERJİNİN ÖLÇÜMÜ İÇİN BİR MODEL

### ÖZET

Bohr kuantum teorisi hakkında “Kuantum Teorisi karşısında şaşkınlığa uğramayanlar bu teoriyi anlamamış demektir” dediğinde aslında ne kadar haklı olduğu bu çalışma sırasında, kuantum teorisini araştırırken defalarca kanıtlamıştır. Kuantum teorisi, tam olarak anlayabilmek, yorumlayabilmek ve yönetim bilimine analogi ile bile olsa uygulayabilmek için son derece karmaşık, zor ama bir o kadar da heyecan ve potansiyel taşıyan bir teoridir. Bu çalışma için de, yönetim teorisindeki geleneksel yaklaşımlara alternatif olabilecek, analogik de olsa heyecan ve potansiyel katacak bir yaklaşıma ilham veren teori olmuştur.

Kuantum teorisi, 1900’lerin ilk başında maddenin temelini anlamak için teorik fiziğin bir dalı olarak gelişmiştir. İlk çalışmalar madde ile ışımaya arası ilişkiyi incelemiştir. Klasik mekanik, parçacık fikri üzerine kuruludur. Parçanın konum ve hızı her bir durumda hesaplanabilir. Kuantum teorisi ise atom altı mikro dünya ile ilgilenmektedir. Ancak son dönemde kuantum teorisinin matematiksel uygulamaları makro dünya ile finans, ekonomi ve felsefe gibi sosyal bilimlere etkilemeye başlamıştır.

Kuantum teorisinin yönetim bilimine uygulaması henüz metafor ve hayal aşamasındadır. Teori geleneksel bilimsel yaklaşımlara karşı paradokslar ve eleştiriler sunması, somut ve çoğu zamanda soyut çözümleri, bizlere bir kuantum mantık kurmamızda rehberlik etmekte ve günlük hayatımız ile birlikte yönetim hayatımızda da bu çözümleri uygulama fırsatı sunmaktadır.

Günümüz iş hayatının en belirgin trendlerinden biri artan rekabettir. Günümüzde firmaların sadece üretim, satış, pazarlama gibi konularda gelişme ve büyüme göstermesi, çevresel değişime ayak uydurması için yeterli değildir. İş dünyası, daha hızlı değişen fikirlerden, daha yavaş değişen maddesel faktörlerden etkilendiğinden daha fazla etkilenir duruma gelmiştir. Sonuç olarak fikirlerin dinamizmini anlamak daha önemli bir hal almıştır. Fikirler artık daha hızlı geliştirilmekte, daha hızlı uygulamaya konulmaktadır. Dolayısı ile yeni fikirlerin etkin bir şekilde geliştirilmesi ve uygulamaya konması artık iş tasarımlarının odak noktası olmuştur. Çevresel koşullar artık son derece teknoloji ve bilgi temelli olarak değişmekte ve her geçen gün yeni bileşenler firmaların iş yapılarını etkiler hale gelmektedir. Bilginin organizasyonlar içinde serbest şekilde akması organizasyonlara değişim içinde cesaret vermektedir. Ancak hala çoğu firma bilginin bu potansiyelinin ve değerinin farkında değildir.

Rekabetin giderek açık hale gelmesi, yeniliklerin giderek artması, teknolojinin çok hızlı gelişimi ve sürekli değişimi, bilginin çok çabuk tüketilmesini zorunluluk haline getirmiştir. Bu nedenle, bilginin yönetimi her zamankinden daha kritiktir. Artık, firmaların bilgiyi analiz edecek, organizasyon yapısı ile bütünleşik sistemsel omurgalara ve analiz yöntemlerine ihtiyaçları vardır. Bu çalışma bilginin, şirket performansına olan etkisini göstermek ve bilançoda görünmeyen değerleri ortaya koyabilmek için proje üretimi süreci üzerinden, bilgi temelli firma performansını ölçme potansiyeli olan alternatif bir yaklaşım sunmaktadır.

Sosyal bilimler Newton tarafından geliştirilen mekanik dünya görüşü ile şekillenmişlerdir. Bu dünya görüşü, aynı şekilde ekonomi ve yönetim bilimini de etkilemiştir. Dolayısı ile organizasyonlar ve ekonomiler, sosyoekonomik ve yönetim olguları içinde ki neden sonuç ilişkileri ile tanımlanmışlardır. Öngörülebilirlik, ekonomi biliminde enflasyon-deflasyon gibi ya da yönetim biliminde yönetici-çalışan gibi ikili durumların tanımlanmasına neden oldu. Ara durumlar tanımlamak durumunda hiç kalınmadı. Ancak kuantum ve kaos teorilerinin mekanistik görüşün temel kavramlarına meydan okumaları nedeniyle bu ikili durumları ve onun yönetim ve ekonomi bilimine etkilerine de tesir etmektedir.

Bu çalışmada, kuantum teorisinin dinamiklik, belirsizlik, bütüncülük, öngörülemezlik, subjektiflik, kendi kendini organize edebilme, nedenselliğin olmaması, çok boyutlu ağ etkileşimine dayanması, karmaşıklık ve süresizlik özelliklerinin modern yönetim ilkeleri ile örtüştüğü tespit edilmiştir. Bu nedenle kuantum teorisinin, yönetim bilimi içinde analogik olarak da olsa organizasyonu ve içerisinde üretilen bilgiyi analiz etmek için alternatif yaklaşımlardan biri olabileceği iddia edilmiştir. Bu açıdan çalışma, yönetim teorisi içinde yeni bir soluk getirme potansiyeli taşımaktadır. Kuantum yaklaşımı kullanıldığı için de tüm analogiler atom dünyası ile yapılmıştır. Günümüz firmalara proje ve bilgi üretimini kıymetini, bu üretilen bilgilerin şirket performansına etkisini göstermede önemli bir model ve araç olma potansiyeli bulunmaktadır.

Maalesef günümüzün yüksek seviye bilişsel süreçleri tanımlamada yeterli olabilecek matematiksel modellere sahip değiliz. Bu noktada bilişsel ve kuantum süreçlerin bir arada kullanılarak bazı analogiler çıkartmak, yönetim teorisine katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Kuantum mekaniğindeki Schrödinger'in dalga denklemi, yönetim bilimine analogik yorumlar getirmeye imkan sağlayabilecek potansiyele sahiptir. Çalışma boyunca bu potansiyel ortaya konulmaya da çalışılmıştır. Çalışma sonunda da geliştirilen model ile organizasyonel enerji olarak adlandırılan bir metrik hesaplanmış ve organizasyon açısından önemi vurgulanmıştır.

Richard Feynman, “eğer kuantum teorisini anladığınızı sanıyorsanız, kuantum teorisini anlamamışsınızdır demektir” diyor. Bu nedenle, bu çalışma ile de kuantum teorisinin doğru ve tam anlaşıldığı, yönetim bilimine doğru yansıtıldığını savunmak gibi ciddi bir meydan okuma içinde asla olunmadığı açıkça belirtilmelidir.

Ayrıca bu çalışmanın temelini oluşturan varsayımlar ve formüller üzerinde bilim dünyasının kesin konsensüsü olmadığı bilinerek çalışılmıştır. Bilimsel açıdan şu an “kaygan zemin” olsa da her geçen gün bilim dünyasında yaşanan gelişmeler, yapılan deneyler kuantum teorisini destekler şekilde ilerlemektedir.

Çalışmanın ilk bölümünde, çalışmanın amacı açıklanmıştır. Amaç içinde organizasyon için kuantum yaklaşımının geleneksel yöntemlerden neden farklı bir yaklaşım olduğu kısaca bahsedilerek bazı ipuçları verilmiştir.

Çalışmanın ikinci bölümünde, kuantum teorisini net olarak anlayabilmek için gerekli tarihsel gelişim, önerme ve postüllara yer verilmiştir.

Çalışmanın üçüncü bölümünde, atom teorisi ile birlikte çalışmanın uygulama aşamasının temelini oluşturan bilgi yönetimi konusu detaylandırılarak, fikir ile bilgi arasında ki ilişki detaylandırılmıştır.

Çalışmanın dördüncü bölümünde, kuantum yaklaşımını sosyal ve yönetim bilimlerinde kullanan literatür araştırması sunulmuştur. Literatür çalışması içinde bu teze ilham veren çalışmalardan biri örnek çalışma olarak detaylıca anlatılmıştır.

Çalışmanın beşinci bölümünde, bu çalışmanın yönetim teorisine katabileceği katkılardan ve çalışmanın özgünlüğünden bahsedilmiştir.

Çalışmanın altıncı bölümünde, geliştirilen model, analogiler, kabuller ve gözlemler anlatılmıştır.

Çalışmanın yedinci bölümünde, uygulama detaylarından bahsedilmiştir.

Çalışmanın son bölümü olan sekizinci bölümde ise sonuçlar, sonuçların yorumları, çalışma sırasında karşılaşılan ve kabul edilen çalışma limitleri bulunmaktadır.



## **QUANTUM APPROACH TO MANAGEMENT, A MODEL FOR MEASURING ORGANIZATIONAL ENERGY**

### **SUMMARY**

Bohr stated, “Anyone who is not shocked by Quantum Theory has understood it”, and actually it’s proved several times during the thesis. Quantum Theory is not only extremely complex to understand, to interpret, and to apply into management science even by analogical ways, but also exciting and having potential for the social applications. For the thesis, the theorem inspired to a dramatically new approach that possibly creates an alternative for traditional management approaches and carries relatively high potentials.

Quantum Theory evolved as a new branch of theoretical physics during the first few decades of 1900s to deal with the fundamentals of matter. It began with the study of the interactions of matter and radiation. Classical mechanics was built on the idea of point particles. A point particle is supposed to have at each instant a well-defined location and a well-defined velocity. So the history of each particle is represented by a well-defined “trajectory” in space-time as indicated here. Originally, the mathematical formalism of Quantum Theory was developed to serve physical theory of processes in the micro world. However, recently there has been a lot of interest in applications of this mathematical formalism to macroscopic systems and even outside of physics, e.g., in finances, economics, and psychology.

The application of Quantum Theory to management science is yet uniquely metaphorical and absolutely imaginary. Quantum theory provides acceptable paradoxes and criticisms of traditional scientific approaches, and its tangible and (mostly) intangible solutions give a guidance and inspiration to us to construct quantum logic and apply it to both our everyday and administrative lives.

One of the obvious trends in business today is increased competition. It’s not enough for today’s companies to expand their business and keep pace with outer rivalry and conditions by just dealing with production, sales and marketing issues. Businesses today are being driven more by rapidly changing ideas than by slowly changing material factors. Consequently, understanding of the dynamics of ideas becomes essential. Ideas can develop rapidly, and be deployed rapidly. Hence the efficient development and deployment of pertinent new ideas are now focal points of business design. Outer conditions are depending highly on technological and informative bases anymore. Free flow of information through organization gives courage to change. However, many companies still are not aware of this potential and its value for their organizations.

Open wide competition, exponentially boomed innovations, sustainable and challenging technological improvements make the information a necessity to be consumed fast by today's organizations. Thus, information management becomes one of the more important issues in current management phenomena. Companies need alternative information management methods and approaches which integrate to enterprise backbones systematically. The thesis offers an alternative way to measure corporate performance over project management process to show up financial importance of information on corporate balance sheet.

Social sciences have been structured by a "mechanistic worldview" inherited from Newton and his opus magnum "Principia." This worldview has also a profound impact on economics and management sciences. That is to say, organizations and economies have been defined in terms of their strict relationships with cause and effect nature of socioeconomic and managerial phenomena. Predictability –or, determinism- has created a unique understanding for economics and management sciences where binary categories were used to define objects like inflation-deflation in economics, or supervisor-subordinate in management, what may be named as "bivalent science". However, two major developments –quantum theory and chaos theory- challenge the basic concepts of mechanistic, bivalent science and its reflections on economics and management sciences

The thesis has pointed out that many features of quantum theory such as dynamism, uncertainty, holism, indeterminism, subjectivity, self-organizing, multi-dimensional network interaction, complexness, discontinuity truly match up with the modern management principles. Hence, it's claimed that quantum theory could be an alternative approach in analogical way to describe organizations and to analyze information created in. Thus, the thesis has a potential to bring a new perspective and impulse into the management theory. Because of using quantum approach, all analogies are inspired from atomic issues. The thesis has also another potential to be important model and manner to show the effect of project and information generation to organization performance of today's companies.

Unfortunately, we have not high-level mathematical models to describe today's high-level cognitive processes yet. Hence, it's thought that building analogies by using cognitive and quantum processes together can be helpful to the management theory. Schrodinger wave equation in quantum mechanism has a potential to make analogical interpretations to management science. Through the thesis, this potential is tried to be revealed. Lastly, by building a model, a metric, named organizational energy, is developed and calculated, and emphasized its importance for the organization theory.

Richard Feynman said, "If you think you understand quantum mechanics, you don't understand mechanics". Truly, the paper doesn't have any claim to fully apply quantum theory into management science. To understand the theory and apply it in any social matter is highly complex. Thus, the thesis doesn't pursue such a challenging goal.

The theory still hasn't totally and consensually formulas and equations among all scientists. Thus, the thesis is on slick base, but current developments support and reinforce quantum equations.



The relation between Quantum Theory and management science has been analyzed since second half of 90s intensely. In last decade, number of related papers in literature is increased. However, there is still a lack of enough theoretical literature about influence of the theory into management science. This is one of real constraint for the thesis.

The model is applied on a classical hierarchical organization, so the model is needed to be stressed on modern and postmodern organization.

The thesis also has great potentials to expand the model in various ways. Applying the model modern and postmodern organizations in different industries, considering tacit information with explicit information is one of important expansion opportunities.

In the 1<sup>st</sup> section, the aim of the thesis is explained. The section has briefly some clues how the quantum approach is a different from the conventional ones for an organization.

In the 2<sup>nd</sup> section, historical development, axioms, postulates of the quantum theory are explained to make the theory understandable clearly.

In the 3<sup>rd</sup> section, information management issue, which will be a base with atomic theory in application phase of the thesis, is explained. In addition, relationship between idea and information is detailed.

In the 4<sup>th</sup> section, the literature research about the applications of quantum theory in social science is presented. Also a scientific study, which gave an inspiration to this thesis, is explained in detail.

In the 5<sup>th</sup> section, the scientific contributions and originality of this thesis for management theory is explained.

In the 6<sup>th</sup> section, the model, analogies, assumptions, and potential findings are detailed.

In the 7<sup>th</sup> section, the application is explained.

In the last and 8<sup>th</sup> section, the results, comments, and limits encountered during the thesis are specified.



## 1. GİRİŞ

19. yüzyılın sonlarına doğru, modern bilim ve pozitivistimin temel varsayımlarına karşı 'laboratuvarlarda' bir eleştiri süreci başladı. Modern bilimin nedensellik ve kesinlik ilkeleri tarafından oluşturulan genel çerçevesi, yine doğa bilimlerindeki bir dizi gelişme sonucunda sorgulanmaya başlanmıştır. Özellikle 'kuantum teorisindeki gelişmeler', atom altı parçacıklara gidildikçe kesinlik ve nedenselliğin arttığını kabul eden modern bilimin varsayımlarını değiştirmiştir. Kuantum teorisine göre, maddenin daha küçük birimlerine gidildikçe kesinlik ve nedensellik artmamakta, azalmaktadır. Günümüz yönetim stratejilerinin nedensellik ve kesin çözüm önerileri, şirketlerin önlerini açmada yetersiz kaldığı ortadadır. Kesinlik temeli üzerine kurulu strateji ve teorilerin ömrü çok kısa süreli olmaktadır.

Atom altı parçacıklarını açıklamakta yetersiz kalması nedeniyle Newton fiziğinin yerini alan kuantum paradigması sadece fizik bilimini değil, sosyal bilimlerle birlikte liderlik, yönetim ve organizasyon anlayışlarını da derinden etkisi altına almaya başlamıştır. Kuantum fiziğinin, atom altı parçacıklarının hareketlerinin çok değişkenli ve belirsizliklerle dolu olduğunu vurgulaması; daha kompleks, durumsal ve çok parametreliliğe gelen günümüz yönetim ve organizasyon modellerini anlamak için bu çalışmaya ilham vereceği düşünülmektedir.

Kuantum mekaniğindeki Schrödinger'in dalga denkleminin, yönetim bilimine analogik yorumlar getirmeye imkan verecek bir potansiyele sahip olduğuna inanılmaktadır. Bu araştırma, bu potansiyel kullanılarak kuantum yaklaşımı ile organizasyonlar analogik de olsa açıklanabilir mi, Schrödinger'in dalga denklemi organizasyonel performansa yeni bir bakış açısı ile yeni bir metrik kazandırabilir mi sorularına cevap arayacaktır. Çalışma boyunca, atom altı dünyası ile organizasyon benzeştirilerek geliştirilecek yeni metriğin, organizasyon için önemli ve gelecekteki yeni çalışmalar için potansiyelinden bahsedilecektir.

Günümüzde firmaların sadece üretim, satış, pazarlama gibi konularda gelişme ve büyüme göstermesi, çevresel değişime ayak uydurması için yeterli değildir. Çevresel

koşullar artık son derece teknoloji ve bilgi temelli olarak değişmekte ve her geçen gün yeni bileşenler firmaların iş yapılarını etkiler hale gelmektedir. Firmaların bilgi kapasiteleri sürekli artmakta, bu bilgilerin ulaşılabilir olması, analizlerinin yapılması, geliştirilmesi, tüm organizasyon içinde paylaşılması ve kullanılması artık bir disiplin olarak ele alınmaktadır. Firmaların bilgi yönetiminde ne derece başarılı olduğu rekabetçi ortamda başarı için fark yaratmaktadır.

Bilginin organizasyon içinde serbestçe akması, değişebilmek için cesaret verir. Ancak hâlihazırda birçok firma bilginin sunduğu bu potansiyelin ve değerinin hala farkında değildir. Rekabetin giderek açık hale gelmesi, yeniliklerin giderek artması, teknolojinin çok hızlı gelişimi ve sürekli değişimi, bilginin çok çabuk tüketilmesini zorunluluk haline getirmiştir. Bu nedenle, bilginin yönetimi her zamankinden daha kritiktir. Artık, firmaların bilgiyi analiz edecek, organizasyon yapısı ile bütünleşik sistemsel omurgalara ve analiz yöntemlerine ihtiyaçları vardır.

Drucker'in deyişi ile bilginin stratejik değer olabilmesi, veriden bilgiye dönüşme sürecinde, bilginin doğru, güncel, tam ve anında erişebilir olması ile olasıdır. Artık organizasyonların pazar değerlerini oluşturan ve performanslarını etkileyen unsurlar içinde klasik bilanço yapısında görünmeyen değerlerin büyük payı olduğu, bilginin ve entellektüel sermayenin stratejik düzeyde ele alınması gerekliliği ortaya çıkmıştır.

Bu çalışma bilginin, şirket performansına olan etkisini göstermek ve bilançoda görünmeyen değerleri ortaya koyabilmek için proje üretimi süreci üzerinden, bilgi temelli firma performansını ölçme potansiyeli olan alternatif bir yaklaşım sunmaktadır.

## **1.1 Çalışmanın Amacı**

Klasik yönetim yaklaşımı, organizasyonu hedeflerin gerçekleştirilmesi için bir araç olarak kabul etmiş, mevcut kaynaklardan maksimum düzeyde faydalanmayı ön planda ele almış, organizasyonların sosyal yönünü düşünmemiştir. Bu yaklaşımda organizasyon kapalı bir sistemdir, çevre unsurlarıyla ve teknolojik gelişmelerle ilişkisi yoktur. Bütün faaliyet ve davranışlar, amaçlara yönelik olup sonuçları önceden tahmin edilebilir olarak değerlendirilmektedir, tam bir nedensellik anlayışı vardır. Organizasyonlar, önceden belirlenmiş ilke ve kurallara göre, aynen bir makine gibi işlemesi üzerine kurulmuştur.

Klasik yaklaşımlara yapılan en büyük eleştiriler, davranışsal konulara önem vermemesi ve işletmeyi kapalı bir sistem olarak görerek dış çevre ile etkilerini gözardı etmesidir. Sistem yaklaşımının ortaya çıkması ile birlikte ikinci eleştiri daha da önem kazanmıştır. Davranışsal yönetim yaklaşımı olarak da ifade edilen neoklasik yönetim yaklaşımı 1940'lı yıllardan başlayıp, 1960'lı yılları kadar süren dönemde etkili olmuştur. Neoklasik yönetim teorisi, klasik teorinin katı ve insan faktörünü dikkate almayan yapısına bir rahatlık vermek suretiyle yönetime bir katkı sağlamıştır. Organizasyondan ziyade kişilere dönük bir yaklaşımdır ve organizasyonu bütün olarak değil kısımlarını ayrı ayrı inceler.

Neo-klasik yönetim anlayışı yönetime birçok yeni kazanımlar, kavramlar getirmiş, ancak bu yönetim anlayışı da bütün dikkatleri insan davranışında yoğunlaştırmasından dolayı, diğer alanların ihmalıyla hataya düşmüştür. Organizasyonu oluşturan unsurların kendi başlarına birer varlık oldukları görüşünden kurtulamamış, motivasyon konusuna gereğinden fazla ağırlık vermiştir. Nasıl klasik yönetim yaklaşımı, insanı resmi bir organizasyon yapısı içinde bir makine gibi görerek hata yapmışsa, neoklasik yönetim yaklaşımı da bütün dikkatleri insan davranışları üzerinde toplamakla aynı hatayı işlemiştir. Daha sonra gelen araştırmacılar, insan unsurunu esas almakla bütün işletme probleminin çözülemeyeceğini ispata çalışmışlar ve bu gelişmeler sonucunda modern yönetim yaklaşımı ortaya çıkmıştır.

Modern yönetim yaklaşımı, 1970 yıllarından itibaren sistem yaklaşımı, durumsallık yaklaşımı ve dinamik yönetim yaklaşımı üzerinde gelişmiştir. Sistem yaklaşımı, olayları, olay ve çevre şartlarından kopuk olarak incelemek yerine, başka olaylarla ilişkili olarak incelemeyi ve bütüncül bir yaklaşımı içerir. İşletme sistemi maddi olduğu kadarda sosyal bir sistemdir. Sistem yaklaşımı, sistemler arasındaki bilgi alış-verişini ön planda tutmaktadır. Durumsallık yaklaşımı, o anki duruma göre değişen ve şekillenen yönetim anlayışına geçilmesini öngörmektedir. Organizasyonun iç ve dış çevresindeki değişmelere göre yönetim sistemi belirlenecektir. Durumsallık yaklaşımı çevreyi; dengeli, değişken, durgun, homojen, heterojen, basit ve karmaşık gibi çeşitli şekillerde ele almaktadır. Bu çevre boyutlarının organizasyonlardaki yapı ve süreçleri nasıl etkiledikleri incelenmektedir. Dinamik yönetim anlayışta yönetimin; gelişimi, değişimi ve üretici rolünü dikkate alan, şeffaflık, açıklık,

değişkenlik ve bütüncül yapıya dayalı faktörler temel belirleyici olmaktadır. Dinamik yönetim yaklaşımına göre, her şey her an değişebilir niteliktedir.

Çevresel faktörlerin artan etkisi ile birlikte işletmeler, yalnızca belirli bir yönetim şekline bağlı kalmak yerine, durumun gerektirdiği şartları en iyi şekilde karşılayan yönetim şeklini uygulamayı uygun görmeye başladılar. Çevreyi böylesine önemli hale getiren unsurların başında kolay tahmin edilememesi gelmektedir. Bir iş çevresinde belirsizlik, piyasada birçok rakibin olması ve bununla birlikte rakip malların olması, geniş bir fiyat aralığı ve fiyat değişkenliği, ürün dizaynlarındaki sayısız değişiklikler, sık yenilikler ve bilginin ışığı altında oluşan hızlı büyüme gibi sebeplerden dolayı ortaya çıkar.

1970'lerden itibaren modern yönetim anlayışı ile açık sistem, dinamik, bütüncül, etkileşimleri dikkate alan, durumsal yaklaşımı destekleyen birçok yeni yaklaşım ve yöntem yönetim bilimi literatürüne girmiştir. Yönetim bilimine bu noktada cevap verebilecek yaklaşımlardan biri de kuantum yaklaşımı olabilir.

Sistem yaklaşımının dinamiklik ve açık sistem kavramları ile kaos teorisinin belirsizlik gibi kavramlarını temel alarak yükselen kuantum yaklaşımı, çok disiplinli ve bütüncül yaklaşım gibi yönetim ve organizasyon alanındaki güncel kavramlarla da büyük bir uyum göstermektedir (Morgan,1998). Kuantum teorisi, evreni dinamik, öngörülemez, subjektif ve kendi kendini organize edebilen bir sistem olarak tanımlar (Hock, 1999; Sanders , 1998; Stacey, 1996; Zohar 1997). Kuantum paradigması, tek yönlü noktasal nedensellikten, zaman ve mekân boyutlarında çok boyutlu ağ etkileşimine dayalı, dinamik sistem, süreç, olay ve olguları çok yönlü, karmaşık ve süreksiz durumlar şeklinde ele almaktadır (Okçu ve Dulupçu, 2000). Kuantum Teorisi'nin "her şey başka şeylerle ilişki halindedir ve ilişkiler sürekli değişmektedir, değişim belirsizliği doğurmaktadır" anlayışı, doğayı anlamak ve açıklamakla ilgili radikal ölçüde farklı bir yaklaşımın doğmasına neden olmuştur (Koçel, 2003). Kuantum teorisine göre, maddenin daha küçük birimlerine gidildikçe kesinlik ve nedensellik artmamakta, azalmaktadır (Türkdoğan, 1989).

Kuantum teorisinin, dinamiklik, belirsizlik, bütüncüllük, öngörülemezlik, subjektiflik, kendi kendini organize edebilme, nedenselliğin olmaması, çok boyutlu ağ etkileşimine dayanması, karmaşıklık ve süreksizlik özellikleri modern yönetim

ilkeleri ile örtüşmektedir. Bu sebeple yönetim bilimi için kuantum alternatif bir yaklaşım olabilir.

Çalışmanın uygulamadaki en önemli amacı kuantum teorisi ile yönetim bilimine yeni bir bakış açısı getirilebileceğini göstermektir. Kuantum paradigması ile tek yönlü noktasal nedensellikten, çok boyutlu ağ etkileşimine dayalı, dinamik sistem ve süreçlere geçiş yaşanmıştır. Günümüz yönetim stratejilerinin nedensellik ve kesin çözüm önerileri şirketlerin önlerini açmada yetersiz kaldığı ortadadır. Bu amaç ışığında, dinamik ve etkileşimli bir süreç olan proje üretimi süreci üzerinden, karşılıklı, dönüşlü, kesikli ve çok yönlü bir kuantum temelli bir ölçüm metriği geliştirmektir. Bu ölçüm metriği, organizasyon içinde üretilen bilgi üzerinden Schrödinger dalga denklemi kullanılarak ölçülebilen “organizasyonel enerji” olacaktır. Çalışma, organizasyon içinde üretilen bilginin, organizasyona enerji katacağını ortaya koymaya çalışacaktır. Ayrıca bilgi üretimi ile hesaplanacak organizasyonel enerjinin, firma performansını olumlu etkileyeceğini, ileri ki zamanlarda yapılacak çalışmalarda firma değerini ile de ilişkilendirilerek bir performans göstergesi olarak da ortaya konulabilecek bir potansiyel taşıdığı düşünülmektedir.

Organizasyonel enerjinin ölçülmesi; “organizasyonel süreklilik” ya da “organizasyonel çökme/iflas” gibi durum tespiti yapılmasına ve gerekli stratejilerin üretilmesine de yardımcı olacağı beklenmektedir.

Çalışma, organizasyonların atom gibi işlediği düşüncesi üzerine bina edildiği için özellikle Bohr atom modeli de çok önemli bir yere sahiptir. Çalışmanın modeli, klasik olarak hiyerarşik yapılanmış bir organizasyonda açık bilgiye dayalı projelerde uygulanacaktır. Bu nedenle, karmaşık ve matris yapılı organizasyonlarda bu çalışmanın modeli tekrar denenmeli, gerekirse model revize edilmelidir. Ayrıca çalışma boyunca örtülü bilginin etkisi hep ihmal edilecektir.

Richard Feynman, “eğer kuantum teorisini anladığınızı sanıyorsanız, kuantum teorisini anlamamışsınızdır demektir” diyor. Bu nedenle, bu çalışma ile de kuantum teorisinin doğru ve tam anlaşıldığı, yönetim bilimine doğru yansıtıldığını savunmak gibi ciddi bir meydan okuma içinde asla olunmadığı açıkça belirtilmelidir.

Ayrıca bu çalışmanın temelini oluşturan varsayımlar ve formüller üzerinde bilim dünyasının kesin konsensüsü olmadığı bilinerek çalışılmıştır. Bilimsel açıdan şu an “kaygan zemin” olsa da her geçen gün bilim dünyasında yaşanan gelişmeler, yapılan deneyler kuantum teorisini destekler şekilde ilerlemektedir.



## 2. KUANTUM TEORİSİ

Klasik fiziğin başlangıcı Isaac Newton (1643-1727) ve daha sonra ardından gelen James Maxwell (1831-1879) ile Albert Einstein'ın (1879-1955) çalışmalarına dayanır. Newton teorisini Johannes Kepler'in (1571-1630) çalışmaları üzerine inşa etmiştir. Kepler'in gezegenler kanununu bulması, insan gözlemlerinden bağımsız hareketin doğada olduğunun en büyük destekçisi oldu. Buna göre, cisimlerin konumları, hızları ve kütleleri biliniyorsa, bundan sonraki konum ve hızları da belirlenebilir. Ardından gelen Newton da geleneği sürdürdü ve gözlemciden bağımsız kütle çekimi gibi basit ama çok çıkarımlar sağlayan matematiksel kuralları ortaya koydu.

Makro evrenin en önemli özelliklerinden birisi olayların kesinliğidir. Bu evrende her olayın öncesi ve sonrası fizik yasaları ile bulunabilir. Bu durumdan çıkarılan diğer bir çıkarım ise nedensellik ilkesidir. Olayın gerçekleşmesi için gerekli koşullar daha önceden gerçekleşen olaylar tarafından oluşturulur.

Makro evrenin bir başka çok önemli özelliği de bu evrende her şeyin sürekli olmasıdır. Uzay yani uzunluk, zaman, madde, enerji vb. her şey sürekli dir.

Bir başka makro evren özelliği makro evrenin durağan (statik) olmasıdır. Yani herhangi bir cisim siz hareket ettirmedikçe durmaya devam eder. Durağan haldeyken (statik) de hareket halindeyken (dinamik) de klasik fizik yasalarına tam olarak uyarlar.

Ancak kuantum fiziğinde ve dolayısıyla mikro evrende her şey mutlak anlamda hareket halindedir. Durağan ya da statik hiçbir tanecik yoktur. Yani hareket mutlaktır. Hareket aslında değişimi de beraberinde getirmelidir diye düşünüldüğünde, değişim koşullarla ilgilidir. Bazı durumlarda net bir şekilde gözlenir bazı durumlarda ise gözlenemez.

Kuantum fiziğinin çok önemli diğer bir konusu tünel olayı olarak isimlendirilen olaydır. Bu olay bize mikro dünyada örneğin bir elektronun olmaması gereken yerde bulunabileceğini göstermiştir. Klasik açıdan bir elektronun kendi enerjisinden büyük

bir duvarı aşarak diğer tarafa geçmesi mümkün değildir. Oysa kuantum mekaniksel denklemler ve gözlemlerimiz göstermiştir ki, bu mikro dünyada her an gerçekleşen olağan bir olaydır. Örneğin elektronik aletlerimizde kullandığımız transistörlerde bu olay çok olağandır.

Kuantum fiziği ile klasik fizik arasındaki ilkeler ve yasalar bu denli çelişkili olduğuna göre acaba nerede ve nasıl bu ikisi kesişebilir diye bakıldığında ise şu bulunmuştur: kuantum fiziği yasalarından klasik fizik yasaları elde edilebilmektedir. Yani mikro dünyanın birleştirilmesi ile makro dünya hakkında bilgiler elde edilebilmektedir. Bu tersinir olmayan bir geçiştir. Yani makro dünya (klasik fizik) yasalarından mikro dünya (kuantum fiziği) yasaları elde edilememektedir. Bu tek yönlü bir bilgi akışını ifade eder yani tümevarım ilkesi geçerlidir denebilir.

Newton mekaniği, nasıl gözümüzle farkına varabileceğimiz her türlü fiziksel olayı doğru ve kesin bir şekilde açıklıyorsa; kuantum mekaniği de hareket halindeki cisimlerin enerjilerini ve momentumlarını inceler. Bu bakımdan makroskopik ölçülerde kuantum mekaniği ile Newton mekaniği aynı işlevi görür. Ancak, mikroskopik düzeye inip atom altı parçacıkları incelemeye başladığımızda Newton mekaniğinin birçok durumda yetersiz kaldığını görüyoruz.  $10^{-22}$  sn ömrü olan müonların ışık hızına yaklaşık süratleri ile bildiğimiz fizik kanunlarıyla yerden 300-400 m yol alabilmeleri gerekirken 1 km uzakta bile görülebilmeleri zamanın ve yaşamın göreceliğini tam anlamıyla ortaya koymaktadır.

Kuantum; kelime anlamı Latince “ne kadar” anlamına gelmektedir. Kuantum teorisi, maddenin içinde derinlere daha derinlere gidildikçe yani mikro-evrene inildiğinde hangi taneciklerin var olduğunu, hangi fiziksel olayların nasıl meydana geldiğini, bu evreni yöneten yasaları araştıran fizik dalıdır. Teorinin temelleri 19. yüzyılın ortalarında atılmıştır. Einstein, Heisenberg, Bohr, Plank, Schroedinger ve daha birçok bilim insanının katkılarıyla, 30 yılı aşkın bir süre sonucunda geliştirilen “Kuantum teorisi” atom altı parçacıkların fiziksel yapılarını matematiksel olarak açıklamaktadır.

Kuantum mekaniğinin gelişile deterministik görüş yıkılmıştır. Maddenin atomik ve atom altı düzeydeki davranışı deterministik olmayan ve nedensellik ilkesine uymayan kuantum mekaniği yasalarına uymaktadır. Tüm katıhal fiziği, atom molekül

fiziği, nükleer fizik, moleküler biyofizik, süper akışkan ve süper iletken malzemeler, nanoteknoloji, transistör, radyo, cep telefonları, bilgisayar, nükleer reaktörler, lazer, nükleer spin rezonans tomografisi, elektron mikroskopları ve enerji tasarruf cihazları gibi gelişmeler kuantum mekaniğine dayalı olarak geliştirilmişlerdir.

## **2.1 Kuantum Teorisinin Gelişimi**

Kuantum fiziğinin temelleri 19. yüzyıla dayansa da gerçek gelişimini 20. yüzyılın ilk yarısında yapmıştır. Kuantum teorisi, bilim dünyasında eski ve yeni kuantum teorisi olarak ikiye ayrılır.

### **2.1.1 Eski kuantum teorisi**

“Eski kuantum teoremi”nin duayenleri Max Planck, Niels Bohr, Albert Einstein ve Louis De Broglie'dir. 1900'de Planck, enerjinin ayrık seviyelerde emildiğini gösterdi. 1905'te Einstein, fotoefekt deneyi ile ışık enerjisinin fotonlar halinde geldiğini buldu. 1913'te Bohr, hidrojen atomunun yapısını çok daha iyi açıklayan yeni model öne sürdü. 1924'te ise De Broglie madde-dalga teoremini hazırladı.

Bu başarılı keşiflerin ortak bir özelliği vardır, tüm bu buluşlar belli deneyler bazında doğrulanabilmekteydiler. Her durumda geçerli olup olmadıkları henüz bilinmiyordu ve bu buluşları her durumda destekleyen kuramların eksikliği vardı. Bu gibi nedenlerden dolayı bu döneme eski kuantum fiziği dönemi denilmiştir.

### **2.1.2 Yeni kuantum teorisi**

Yeni kuantum fiziği dönemi, 1925'te Alman fizikçi olan Werner Heisenberg'in matris mekaniğini ve aynı zamanlarda Schrödinger'in de dalga denklemini bulmasıyla başladı. Von Neumann daha sonraları Heisenberg matris mekaniği ile Schrödinger dalga mekaniğinin eşdeğerliliğini ispatlamış ve günümüzde kuantum mekanik işlemlerinde kullanılan Hilbert uzayını önermiştir (Von Neumann, 1955). Dirac da, teorinin kendi adıyla anılan yazımını geliştirmiştir (Dirac, 1930).

1925'te Heisenberg, yeni kuantum mekaniğinin, doğada temel bir belirsizliğin bulunduğunu gösterdiğini fark etti. Heisenberg'in Belirsizlik İlkesi diye bilim tarihi sayfalarına geçen bu teorem, bir cismin konum ve momentumunun aynı anda doğru bir şekilde bilinmeyeceğini söyler. Yani; cismin gelecekteki konumu tam olarak bilinemez, cismin bulunabileceği konumların olasılıkları hesaplanabilir.

## 2.2 Kuantum Teorisi Yorumları

Kuantum teorisi, dünyanın fiziksel resmini değiştirmiş, farklı bir bakış açısı sunmuş olması açısından ayrı bir öneme sahiptir. 20. yy başında kuantum fiziğinin oluşması yalnızca yeni teorilerin keşfine neden olmamış aynı zamanda, tüm fizik için temel oluşturacak yeni bir bakış açısının girişi niteliğİ taşımaktadır.

19 Ekim 1900 tarihinde Berlin’de yapılan Alman Fizik Derneğİ toplantısında Max Planck, siyah cisim ışınmasının frekansa göre dağılımını veren deneysel bağıntıyı açıklayarak kuantum düşüncesine doğru ilk adımı attığı günden beri (Bozdemir ve Eker, 2007), kuantum fiziğinin öngördüğü birçok kuramsal sonuç, güçlü felsefi tartışmalara ve yorumlara neden olmuştur (Erol, 2008).

Fizikle ilgilenen herkes Einstein’in kuantum fiziğine yönelik olarak söylediğİ “Tanrı asla zar atmaz.” (Ting, 1999) sözünü duymuştur. Kuantum fiziğinin oluşmasına çok büyük katkıları olan Einstein ölçme işleminde, belirlenebilirliğin ortadan kalkmasından hiç hoşlanmamıştır. Çünkü “O asla parçacıkların, uzayda bulunma olasılıklarının olduğuna ” inanmamıştır. Einstein kuantum fiziğinin içerisinde bir yerlerde gizli, tamamlanmamış bir kuramın olduğunu düşünüyordu (Erol, 2008) .

Kuantum fiziğinin temel dalga denklemini yazan Erwin Schrödinger (1887-1961) de kuantum fiziğİ ile ilgili olarak yapılan sonraki yorumları kabullenmeyenler arasındadır. Schrödinger, sonuçta kuramdan (gelişmesine katkıda bulunmaktan pişman olduğunu söyleyecek kadar !) soğumuştur. Bundan sonra o da Albert Einstein gibi kuramın mantıksızlığını çarpıcı biçimde ortaya koyacak örnekler aramaya koyuldu. Schrödinger’in Kedisi adı ile anılan düşünsel deneyi bunların en ünlüsüdür. (Schrödinger, 1935). Schrödinger gözlemcinin etkisi olmadan bu düşünce deneyinde kedinin kuantum durumunu,

$$|Kedi\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|ölü\rangle + |canlı\rangle) \quad (2.1)$$

olarak düşünmüştür (Terhal ve diğ., 2003). Kedi hem ölü hem de canlı olabilir, yarı ölü yarı canlı olamaz.

Aynı yıl Einstein, Podolski ve Rosen, EPR deneyi adıyla bir düşünsel deneyle kuantum kuramının aldığı biçimi eleştirmeye çalıştılar. Ancak zaman, Schrödinger’i ve Einstein’i değil, kuantum kuramını haklı çıkardı.

### 2.2.1 Kopenhag yorumu

Kuantum fiziği deneylerinde çıkan ilginç bulguları anlamlandırabilmek için çeşitli yorumlar öne sürülmüştür. Bu yorumlardan, en eskisi ve bilim çevrelerince en çok kabul gören yorum Kopenhag yorumudur (Copenhagen Interpretation). Kopenhag yorumuna göre kuantum fiziğinde dikkat edilmesi gereken temel nokta, parçacıkların ölçüm öncesi ya da sonrası durumlarıdır.

Kopenhag yorumuna göre kuantum fiziksel bir parçacığın konumu iki sav ile sınırlandırılır: 1) ölçüm öncesi kuantum fiziksel parçacığın bir konum değerine sahip olacağını düşünmek anlamsızdır, 2) kuantum fiziksel bir parçacık ancak konumu ölçüldükten sonra bir konum değerine sahiptir (Lee 2006).

Kopenhag yorumunun birinci savını Werner Heisenberg yayınlamış olduğu makalesinde ayrıntılı bir şekilde açıklamıştır (Lee, 2006). Eğer birisi bir elektronun konumunu belirlemek istiyorsa, elektronun konumunu ölçmesi gerekir. Ölçüm almadan elektronun konumuna yönelik hiçbir şey söylenemez. Bu açıklamaya göre bir elektronun konumunu belirlemeye yönelik bir ölçüm yapmadığımız sürece, elektronun konumu hakkında hiçbir şey söyleyemeyiz çünkü elektronun ölçümden önce kesin olarak belirlenebilecek bir konumu yoktur.

### 2.2.2 Dalga fonksiyonu ve olasılık yorumu

Kopenhag yorumuna göre, dalga fonksiyonu ( $\psi$ ), kuantum fiziksel parçacıkların bulunma olasılıklarını hesaplamaya yarayan, fiziksel özelliği olmayan bir matematiksel fonksiyondur. Dalga fonksiyonu parçacığa eşlik eden dalganın matematiksel ifadesidir. Doğrudan parçacığın herhangi bir fiziksel özelliğini temsil etmez (Morrison,1996).  $\psi(x, t)$  dalga fonksiyonu, bir parçacığın  $t$  anında  $x$  ile  $x + dx$  aralığında bir noktada bulunma olasılığını ifade eder.

## 2.3 Kuantum Teorisindeki Önermeler

### 2.3.1 Heisenberg'in belirsizlik ilkesi

Dalga olarak bilinen ışığın, bazen parçacık gibi, parçacık olarak bilinen elektronun da bazen dalga gibi davranmasının anlaşılması sonucunda, parçacık-dalga ikili görünümüne sahip atom-altı nesnelere uyacak mekaniği keşfetme çalışmaları başlamıştır. Eğer foton, bir düzlem dalga ile gösterilirse, frekansı ya da dalga sayısı kesin olarak biliniyor demektir. Fakat bir düzlem dalga (yani sinüs ya da kosinüs dalgası) tüm uzaya yayılmış olduğundan, yeri hiç belli değildir. Bu tasvir bir dereceye kadar foton için uygun olsa bile, uzayda 10-13 cm'lik bir bölgeye yayılmış olan elektron için hiç mi hiç uygun olmayacaktır.

Belirsizlik İlkesi; “Hiçbir şeyi gerçekte olduğu gibi gözlemleyemezsiniz, gözlemlediğiniz herşeyi değiştirirsiniz” diyen Werner Heisenberg'in 1927'de ortaya koyduğu kuantum mekaniği ilkesidir. Heisenberg ilk kez bir parçacığın konumunu ve momentumunu aynı anda ve son derece doğrulukla belirlemenin olanaksız olacağı kavramını ortaya koydu.

İlkeye göre, fiziksel sistemlerin davranışlarını betimleyen bazı özel değişken çiftlerine ait elemanlardan birisinin kesinlikle bilinmesi durumunda diğerinin değeri tam olarak belirlenemez (Gasiorowicz, 1974). Bu iki özellikteki belirsizliklerin çarpımı en az Planck sabiti ( $h: 6,626 \times 10^{-34} \text{ j. s}$ ) kadardır.

Elektronun konumunu belirlemek için gönderdiğimiz foton elektrona çarptığı anda elektron bir hız kazanacak ve momentumu değişecektir. Bu değişim gönderilen ışığın dalgaboyu büyütülerek veya küçültülerek değiştirilebilir. Bundan dolayı elektronun konumu ne kadar kesin belirlenebilirse momentumu o kadar belirsizleşir. Bu durumun tam tersi de doğrudur (Heisenberg, 1930).

Tamamen matematiksel bilgiler kullanılarak kuantum teorisine büyük katkı sağlanmıştır. Fourier analizine göre, değişik frekanslı ya da dalga sayılı birçok düzlem dalgayı uygun biçimde toplayarak, uzayın küçük bir bölgesine yayılmış bir *dalga paketi* oluşturmak olasıdır. Fourier integralinden bilindiği gibi, bir dalga paketinin dalga sayısı dağılımı ( $\Delta k$ ) ve yerel dağılım ( $\Delta x$ ) arasında  $\Delta k \cdot \Delta x \approx 1$

bağıntısı vardır. Bu bağıntı,  $\hbar = \frac{h}{2\pi}$  Planck sabiti ile çarpılırsa, Heisenberg'in ünlü

belirsizlik ilkesi olan  $\Delta x \Delta P \approx h$  bağıntısını bulunur.

Her dalga paketinde dalga özelliği ( $\Delta k$ ) ile parçacık özelliği ( $\Delta x$ ) arasında bir ters orantılılık vardır; biri azalırken diğeri artar. Örneğin, parçacık özelliği öne çıkarken (yani  $\Delta x \rightarrow 0$  olurken) dalga özelliği kaybolur ( $\Delta k \rightarrow \infty$  olur, yani dalga sayısındaki belirsizlik artar).

### 2.3.2 Tümlayıcılık ilkesi

Bohr'un, Heisenberg'in belirsizlik ilkesiyle ilgili sorunu, dalga tanecik ikiliği ve atom sisteminin gözlem ya da ölçüm yanlarıyla ilgiliydi. Bohr'a göre, bir gözlem yaptığımızda sistemi rahatsız ediyordunuz ve bu yüzden de gözlemden sonra sistem artık aynı değildi.

Determinizm (belirlilik), Newton ve Laplace'in zamanından beri fiziğin ana ilkelerinden biriydi. Yani bir kez evrendeki bir nesnenin momentumunu, hızını, konumunu, enerjisini, vs. bilirse, artık her zaman belirlenebilir. Kuantum teorisindeki yeni gelişmelerde, bunun artık mümkün olamayacağı öngörülmekteydi. Ölçme, sistemi bozuyordu. Dahası, Bohr'a göre bir tanecik ölçülene kadar gerçek olamazdı. Gözlemlenene kadar yoktu, bu yüzden ölçülemezdi.

Bohr doğrudan-dalga tanecik ikiliği sorununa el attı. Elektronun hangi yönünü gösterdiği seçilen deneye bağlı idi. Hiçbir deney ne madde taneciğinin ne de fotonların aynı anda hem dalga hem de tanecik olduğunu göstermiyordu. Bir olay tek yönlü gözlenirse tanecik olarak görülür ama aslında dalga tarafı da hala oradadır, sadece o an gözlenmiyordur. Çünkü iki yön tümlayıcıdır. Bohr bunu tümlayıcılık ilkesi olarak adlandırdı. Bohr'a göre bu ayrılık biçimi dalga-parçacık fenomeninin ötesine taşıyordu. Heisenberg'in belirsizlik ilkesi de momentum ve konumun birer tamamlayıcı değişken çift olduklarını söylemektedir. Tamamlayıcı çiftin her iki değişkeni de fizik açısından temel öneme sahiptir ama aynı anda kesin biçimde ölçülemez anlamında birbirlerini dışlayıcıdır.

Enerjik bir fotonun, bir elektrona çarptığı anda elektronun konumunu net olarak biliyorsak onun nereye gittiği konusunda hiçbir fikrimiz olmaz ve tahmin de edemeyiz.

### 2.3.3 Üst üste gelme (süperpozisyon) prensibi

Kuantum fiziğinin en önemli özelliği, kuantum fiziğinin doğrusallık özelliğidir (lineerlik).

Kuantum fiziğinde iki halin üst üste binmesi sonucu oluşan durum, üçüncü bir hal olarak kabul edilir. Bu özellik, kuantum fiziğinin belirlenemezlik, belirsizlik ve fiziksel niceliklerin, lineer vektör uzayında operatörlerle temsil edilmesinin temelini oluşturur (Pospiech, 2000). Fiziksel bir sistem, olası durumlardan sadece birinde değil birçoğunda birden aynı anda bulunabilir. Hidrojen atomu çevresinde dolaşan bir elektron aynı anda her yerde bulunur. Bu elektronun nerede olduğu tespit edilmek istendiğinde, elektronun bulunabileceği yerlerden biri rasgele seçilir. Ancak uygulanan ölçme sistemi, elektronun içinde bulunduğu durumu da bozar. Elektron bundan böyle ölçülen yeni konuma yerleşmiştir. Bu olaya çökme denir (Turgut, 2000).

### 2.3.4 Schrödinger dalga denklemi

Dalga fonksiyonu Schrödinger denklemini sağlayan, zaman ve konuma bağlı karmaşık bir fonksiyondur. Her dalga fonksiyonu betimlediği parçacığın hareket durumlarına karşılık gelir. Hidrojen atomunun enerji düzeylerinin belirlenmesinde Schrödinger denkleminin başarısı ve elektronun dalga özelliğinin de olduğunu ortaya koyan deneyler, bir potansiyelin varlığında parçacıkların fiziksel özelliklerinin dalga fonksiyonu yardımıyla elde edilebileceğinin göstermiştir (Rae, 2008).

Kuantum nesnelere ikili davranışını oldukça iyi anlatan dalga paketi kavramı biraz daha genelleştirilerek, ‘bir kuantum sistemi, bir dalga fonksiyonu ile betimlenebilir’ denebilir.

De Broglie’nin kuramından hareketle Schrödinger, modern kuantum kuramının temellerini oluşturan bir diferansiyel denklem ortaya koydu. Schrödinger formalizminde, Schrödinger denkleminin çözümü olan  $\Psi(x, y, z; t)$  dalga fonksiyonu, sistemi tanımlar: Schrödinger dalga denklemi,

$$\left[ -\frac{\hbar^2}{2m} \nabla^2 + V(r) \right] \psi(x, y, z; t) = E \psi(x, y, z; t) \quad (2.2)$$

bağıntısıyla verilir.

1. Kuantum mekaniksel parçacık (sistem) ile ilgili her türlü bilgi bu dalga fonksiyonundan elde edilir.



2.  $|\Psi(x, y, z; t)|^2$ , parçacığın  $t$  anında uzayın  $x, y, z$  noktasında bulunması olasılık yoğunluğudur.
3. Her fiziksel gözlenebilir ( $A$ ) niceliğine bir ( $A$ ) işlemcisine (operatörüne) karşılık gelir.
4. Süperpozisyon (üst üste gelme) ilkesi:  $\Psi_1, \Psi_2, \dots$  Schrödinger denkleminin lineer bağımsız fiziksel çözümleri ise,

$$\Psi = \sum_{i=1}^{\infty} C_i \Psi_i; \quad |C_1|^2 + |C_2|^2 + \dots = 1 \quad (2.3)$$

lineer toplamı da bir çözümdür. Buna göre sistem, olası durumlardan birçoğundadır. Ölçüm ya da gözlem yapılırsa, sistem olası durumlardan birinde bulunacaktır. Örneğin sistem  $\Psi_i$  durumunda bulunsun. Sistem artık bu özel durumda kalır. Ölçme yapılmadan sistemin hangi durumda bulunabileceği kesin olarak söylenemez; ama  $|C_1|^2$  olasılığıyla  $\Psi_1$  durumunda,  $|C_2|^2$  olasılığıyla  $\Psi_2$  durumunda, vs. bulunacağını söyleyebilir.

### 2.3.5 Dolanıklık

Kuantum çalışmaları zaman içinde iki ayrı yönde devam etmiştir. Bunlardan birincisi, çekirdeği ve onun parçalarını araştırarak maddenin birliğini kavramaya yönelik olan çalışmalardı. Bu konu, çekirdek ve yüksek enerji fiziği alanına girmektedir. İkincisi, atomların karşılıklı etkileşmelerini veya atomlarla daha büyük madde biçimleri, yani moleküller, kristaller veya biyolojik objeler arasındaki bağlantıları incelemeye dönük çalışmalardı. Bu konu, atom ve molekül fiziğinin daha sonra da özel olarak yoğun madde fiziğinin konusuna girmektedir. Kuantum mekaniği her iki yönde sürdürülen araştırmalarda büyük rol oynamıştır.

Einstein, Podolsky ve Rosen'in (EPR Deneyi) 1935 yılında ortaya attıkları telepatik düşünce deneyi, kuantum teorisini çürütmeyi amaçlıyordu ama daha sonra deneyin kendisi kuantum teorisini destekleyen en önemli argümanlardan biri oldu.

Birbirine bağımlı oluşan iki parçacık düşünelim. Fiziksel korunum yasalarından ötürü (enerji, momentum, açısal momentum vb.) eğer bu parçacıklardan birinin herhangi bir özelliğini gözlemlersek, diğerrinin de aynı özelliğini gözlem yapmadan bilebiliriz.

Birine ait bir niceliği ölçtüğümüzde, teorik olarak diğerinin de aynı niceliğini diğer ölçümün sonucuna göre aynı anda ayarlaması gerekmektedir. Einstein, böylesi bir sonsuz hızda bilgi aktarımının, evrende hız için üst limit ışık hızıdır diyen özel rölativiteye aykırı olmasından dolayı imkânsızlığını savunurken, dolayısıyla kuantumun yanlışlığını ispatladığını iddia ederken; yapılan deneyler Einstein'ın yanlış olduğunu ve kuantum telepati olgusunun gerçek olduğunu göstermiştir. Kuantum telepati etkisi, bilginin anlık "ışınlanmasının" teorik açıdan mümkün olduğunu göstermektedir.

## **2.4 Kuantum Mekanığı**

### **2.4.1 Dinamik değişkenler**

Klasik mekanikte; konum, momentum, açısal momentum ve enerji gibi büyüklükler cebirsel değişkenlerle temsil edilirler. Cebirsel değişkenler her değeri alabilirken, kuantum mekaniğindeki büyüklükler kesikli değerlerle ifade edilirler (örneğin hidrojen atomunun enerji düzeyleri). Ayrıca cebirsel değişkenler tam değerleri belirtirken, kuantum mekaniğinde belirsizlik ilkesinden dolayı iki dinamik değişkenin (konum ve momentum gibi) aynı anda ölçülebilmesi mümkün değildir (Rae, 2008). Bu bakımdan kuantum mekaniğindeki dinamik değişkenler matematiksel olarak işlemcilerle ifade edilmektedir.

### **2.4.2 İşlemci (operatör) kavramı**

Kuantum mekaniğinde sisteme ait ölçülebilir büyüklüklerin her birine bir işlemci karşılık gelmektedir.

Bu işlemcilerin kullanılmasının nedeni, sistemi oluşturan her bir parçacığın dalga (dalga fonksiyonu) ile temsil edilmesidir. Bir işlemci ile ifade edilen tüm gözlenebilirler dalga fonksiyonu ile birlikte kullanılırlar. Genel bir ifadeyle, dalga fonksiyonlarının oluşturduğu uzayda bir işlem,  $\psi(r, t)$  fonksiyonunu başka bir  $\varphi(r, t)$  fonksiyonuna dönüştürüyorsa, bunun bir  $\hat{A}$  işlemcisinin etkisiyle olduğu kabul edilir ve

$$\varphi(r, t) = \hat{A}\psi(r, t) \quad (2.4)$$

ifade edilir. Eğer bu  $\hat{A}$  işlemcisi gözlenebilir bir büyüklüğü temsil ediyorsa hermityenlik özelliğini sağlaması gerekir. Bir işlemci  $A = A^\dagger$  eşitliğini sağlıyorsa hermityendir denir.  $A^\dagger$ ,  $A$  matrisinin karmaşık eşleniğinin transpozesidir.

## 2.5 Kuantum Mekaniğin Postülaları

Kuantum mekaniğinin 4 postülası vardır.

### 2.5.1 Durumlar

Klasik mekanikte bir durum hız, momentum, enerji gibi fiziksel değerler ile tanımlanırken, kuantum mekanikte ise bir durum Hilbert uzayındaki ( $\mathbf{H}$ ) bir ışıdır.

- Hilbert uzayı, kompleks sayılar içeren bir vektör uzayıdır. Hilbert uzayında vektörler Dirac'ın ket yazılımı ile  $|\psi\rangle$  şeklinde gösterilir. En küçük Hilbert uzayı iki-boyutludur.
- Hilbert uzayındaki düzenli vektör çiftlerinin tasviri bir iç çarpım  $\langle\varphi|\psi\rangle$  ile oluşturulur.
- Hilbert uzayında vektörlerin uzunluğu  $\|\psi\| = \langle\psi|\psi\rangle^{1/2}$  şeklinde tamdır. Tamlık sonlu-boyuttaki fonksiyon uzaylarında önemli bir koşuldur. Her ışın mümkün bir duruma karşılık gelir ve  $|\psi\rangle, |\varphi\rangle$  verilen iki farklı durum ise;

$$a_1|\varphi\rangle + a_2|\psi\rangle \quad (2.5)$$

olarak verilen başka bir durum üst üste binme kuralı ile açıklanabilir.  $a_1$  ve  $a_2$ 'nin karelerinin toplamı 1'e eşit olmalıdır.

Fiziksel bir sistemin olası halleri Dirac ya da bra-ket notasyonuna göre  $|i\rangle$  farklı kuantum fiziksel halleri göstermek üzere  $|\psi\rangle = \sum_i |i\rangle c_i$  gibi ifade edilebilir.

$c_i = \langle i|\psi\rangle$  olasılık genlikleri katsayısı olarak ifade edilen karmaşık bir sayıdır. Dalga fonksiyonunun normalize olmuş hali  $\langle\psi|\psi\rangle = 1$  şeklinde ifade edilir.

$$\langle\psi|\psi\rangle = \sum_i |c_i|^2 = 1 \quad (2.6)$$

Yukarıdaki ifadeye göre, kuantum fiziksel bir sisteme yönelik bir ölçüm gerçekleştirildiğinde, dalga fonksiyonu  $|\psi\rangle$ ,  $|i\rangle$  ile ifade ettiğimiz,  $|c_i|^2$  olasılığına sahip hallerden birisine indirgenir. Bu durum dalga fonksiyonunun çöküşü olarak adlandırılır. Çünkü bu durumda dalga fonksiyonu ile ifade edilen diğer tüm haller yok olmuştur (Erol, 2008).

### 2.5.2 Gözlemlenebilirlik

Bir gözlem, eşitliğinin ve toplamının ölçülebilen bir nitelik olması gerektiğini söyleyen ölçülebilirlik ilkesi içinde, fiziksel sistemin bir özelliğidir ve gözlemlenebilirlik beş duyumuzla anlaşılabilen bir durumdur. Kuantum mekanikte gözlemlenebilirlik, kompleks eşleniği kendine eşit bir operatör ile gösterilir;  $A = A^\dagger$ .

Kuantum mekaniğinde, konum-momentum gibi büyüklükler olasılık dağılımları ile belirlenir ve bu iki fiziksel büyüklük Heisenberg belirsizlik ilkesi gereği komüt etmezler. Bu iki fiziksel niceliğin birisinin bilgisi, diğerinin bilgisini engellemektedir (Einstein ve diğ., 1935).

### 2.5.3 Ölçümler

Kuantum mekanikte,  $|\psi\rangle$  gözlemlerinin sayısal sonucu  $|\psi\rangle$ 'nin bir özdeğeridir. Ölçümden hemen önce kuantum durumu  $|\psi\rangle = a_n|N\rangle + b_n|M\rangle$  ise  $a_n$ 'i elde etme olasılığı;

$$\|P_n|\psi\rangle\|^2 = \|N\rangle\langle N|\psi\rangle\|^2 = \langle\psi|N\rangle\langle N|\psi\rangle = \|a_n\|^2 \quad (2.7)$$

Burada  $P_n = |N\rangle\langle N|$  izdüşüm operatörü ve  $a_n = \langle N|\psi\rangle$  ise  $|N\rangle$  durumunda bulunma olasılık genliğidir. Benzer şekilde  $b_n = \langle M|\psi\rangle$  ise  $|M\rangle$  durumunda bulunma olasılık genliğidir. Bulunan sonuçlar ile  $\|a_n\|^2 + \|b_n\|^2 = 1$  normalizasyon koşulu sağlanır.

### 2.5.4 Dinamikler

Bir kuantum sisteminin zaman evrimi üniter ve sistemin tüm enerjisini veren H Hamiltonyeni, Hermityen bir operatördür.

## 2.6 Kuantum Mekaniğindeki Temel Kavramlar

Kuantum mekaniğindeki temel kavramlar şunlardır:

**Çizelge 2.1** : Kuantum mekaniğin temel kavramları.

<b>Kavram</b>	<b>Tanımı</b>
<b>Atom</b>	Atom bir elementin bütün özelliklerini taşıyan en küçük parçacığdır.
<b>Kuantum kuramı</b>	Kuantum kuramı, parçacıkları artık konum ve momentumla tanımlanmak yerine bir "dalga fonksiyonu" ile tanımlar. Bu dalga fonksiyonu parçacığın bütün bilgisini olasılıklar içinde barındırır. Buradaki kritik nokta olabilirliktir. Bu, dalga fonksiyonunun `olasılık fonksiyonu` olarak anılmasına neden olmaktadır.
<b>Atom çekirdeği</b>	Atom çekirdeği, atomun merkezinde toplanmış olan proton ve nötronların oluşturduğu yapıya denir. Artı elektrik yükü ile yüklüdür. Atom çekirdeğinin büyüklüğü ile kütle numarası arasında bir ilişkinin olduğu deneysel çalışmalarla gösterilmiştir.
<b>Elektron</b>	Atomun üç bileşeninden biridir (diğer ikisi proton ve nötrondur). En küçük, elektrik yükü taşıyan bu taneciktir. Bir atomda, çekirdeği saran negatif yüklü bir elektron bulutu vardır.
<b>Enerji yörüngesi</b>	Atom çekirdeği etrafında elektronlar belirli olasılıklar ile belirli bölgelerde bulunurlar. Bu olasılık yoğunluğunun grafiğine kutupsal grafik denir. Düzlemsel ya da üç boyutlu kutupsal grafikler, yörüngeye yerleşmiş elektron bulutlarını temsil eder. Bohr'a göre elektronlar çekirdeğin çevresinde rastgele yerlerde değil, çekirdekten belirli uzaklıklarda bulunan katmanlarda döner.

**Çizelge 2.1 (devam) : Kuantum mekaniğin temel kavramları.**

<b>Periyot</b>	İki yinleme arasında geçen süreye periyot denir ve fizikte genellikle T ile gösterilir.
<b>Dalga boyu</b>	Dalga boyu, bir dalga örüntüsünün tekrarlanan birimleri arasındaki mesafedir. Yaygın olarak lamda ( $\lambda$ ) harfi ile gösterilmektedir
<b>Frekans</b>	Frekans veya titreşim sayısı bir olayın birim zaman (tipik olarak 1 saniye) içinde hangi sıklıkla, kaç defa tekrarlandığının ölçümüdür, matematiksel ifadeyle periyodun çarpımına göre tersidir. Frekans, Hertz (Hz) ile gösterilir.
<b>Dalga hızı</b>	Bir dalganın frekansı, dalgaboyuyla ilişkilidir. Dalganın dalgaboyuyla frekansının çarpımı, o dalganın hızını belirler.
<b>Dalga sayısı</b>	Dalga sayısı, $2\pi$ uzunluğundaki bir mesafede oluşan dalgaların sayısıdır.
<b>Genlik</b>	Genlik, dalgalarının dikey büyüklüğünün ölçüsüdür. Dalganın en yüksek noktası ile sıfır noktası arasında ki niceliktir. Dalganın denge konumundan itibaren maksimum yer değiştirmesine denir.
<b>Dalga hareketi</b>	Dalga hareketi, ortamın veya uzayın bir noktasında oluşan titreşim hareketinin ortamda veya uzayda yayılması olarak tanımlanır. Ancak bu yayılma esnasında, teorik olarak ortamın veya uzayın bir parçasının taşınması söz konusu değildir.
<b>Dalga fonksiyonu</b>	Dalga fonksiyonu parçacığın herhangi t anında nerede olacağını söyleyen fonksiyondur. Buradaki kritik nokta olasılıktir. Bu, dalga fonksiyonunun bir de “olasılık fonksiyonu” olarak anılmasına neden olmaktadır. Dalga fonksiyonu içinde sistemin bütün olası durumlarını barındırır.

**Çizelge 2.1 (devam) : Kuantum mekaniğin temel kavramları.**

<b>Kütle</b>	Kütle, bir cismin özündeki niceliklerin ölçüsüdür, madde miktarıdır. Kütlenin bir özelliği de konumunun varlığıdır.
<b>Momentum</b>	Momentum bir cismin çarpma gücüdür. Bir cismin çarpma gücü kütlesiyle ve hızıyla artar ve azalır. Momentum korunumlu bir niceliktir, eğer kapalı bir sistem herhangi bir dış kuvvetin etkisi altında değilse, o kapalı sistemin toplam momentumunun değişmeyeceği anlamına gelir.
<b>Potansiyel enerji</b>	Potansiyel enerji, cisimlerin bir alanda buldukları fiziksel durumlardan ötürü depoladığı kabul edilen enerjidir. Cisimlerin buldukları konumdan dolayı sahip oldukları enerjidir. kinetik enerjiye dönüşebilme potansiyeline sahiptir.
<b>Kinetik enerji</b>	Kinetik enerji, hareket eden cisimlerin sahip olduğu enerji şeklidir. Bir cismin kinetik enerjisi ne kadar büyükse cisim o kadar büyük iş yapar.
<b>Süperpozisyon ilkesi</b>	Süperpozisyon İlkesi, "bir lineer sistemde, sistemin lineer çözüm kombinasyonları, aynı lineer sistemin çözümüdür" şeklinde ifade edilen ilkedir. Süperpozisyon ilkesine göre, vektör alanlarında, belli bir yer ve zamanda iki veya daha fazla vektör bir noktaya etkiyorsa, vektörlerin meydana getirdiği yer değiştirmelerin aritmetik toplamı toplam yer değiştirmeye eşittir.
<b>Planck sabiti</b>	Planck sabiti, kuantum mekaniğinde aksiyonun temel birimi (kuantum) olarak düşünülebilecek bir sabittir. Adını fizikçi Max Planck'tan alır. Değeri (Joule x saniye) veya (ElektronVolt x Saniye) cinsinden olabilir.





### **3. BİLGİ TEORİSİ**

Çalışmanın uygulamasında bir organizasyondan alınan proje fikirleri kullanılmıştır, ancak çalışma organizasyon içinde üretilen bilginin organizasyona enerji katacağını ortaya koymaya çalışmaktadır. Bu nedenle fikir ile fikrin kullanılabilir hali olan bilgi arasındaki ilişkinin çok net olarak bilinmesi gerekmektedir. Özellikle bilgi kavramının kuantum teorisi içinde çok önemli bir yeri vardır. Kuantum yaklaşımı ile organizasyonu modellemek isteyen bir çalışmada da, bilginin çeşitleri ve bilgi ile fikir arasındaki ilişkinin detaylandırılması önemlidir.

#### **3.1 Veri**

Veri, bilgi kavramının başlangıç aşamasını oluşturmaktadır. Veri, bilgiye ulaşmak için yapılan gözlemlerin metin olarak, sayı olarak, ses olarak, canlı gösterim olarak ya da başka bir biçim olarak nesnelleştirilmiş şeklidir ve tek başına bir anlam ifade etmemekle birlikte daha çok ileriki süreçlerde bir ön malzeme olarak değerlendirilmektedir (Şahin, 2000).

#### **3.2 Enformasyon**

Enformasyon elde edilen verilerin belli bir süreçten geçmesi sonucunda oluşmakta, yani veriden türetilmektedir. Düzenlenmiş bir veri kümesi enformasyonu ifade etmektedir. Enformasyon, belirli bir kullanıcı için verinin anlamlı ve yararlı hale getirilmesidir (O'Brien, 1999)

#### **3.3 Açık Bilgi**

Kolayca belgelenip biçimlendirilebilen bilgi türüdür (Choi and Lee, 2003). Açık bilgi, bilgisayar programları, patentler, diyagramlar ya da bilgi teknolojileri ile biçimsel ve sistematik olarak kolayca oluşturulabilmekte, kişiler ve firmalar arasında akabilmektedir (Perez and Pablos, 2003).

### 3.4 Örtülü Bilgi

İnsan bilincinde, davranışlarında, algılarında yatan, bu nedenle biçimlendirilip paylaşılması zor olan bilgidir (Choi and Lee, 2003). Örtülü/kapalı bilgi, biçimsel olmayan yollarla öğrenilen davranış ve prosedürlerden elde edilen, kodlanmamış, biçimlendirilmemiş bilgi formu olarak da tanımlanabilmektedir (Howells, 1996).

Firma başarısı için hayati önem taşıya örtülü bilgi, ona sahip olan birey ve işletmeyle bütünleşmiş durumdadır. Dolayısıyla açık bilginin aksine örtülü bilginin doğası subjektif bir niteliktedir.

### 3.5 Kuantum Bilgi

Amerikalı uygulamalı matematikçi Claude E. Shannon'un "A Mathematical Theory of Communication" adlı çalışması (1948) bilgi teorisinin başlangıcı olarak kabul edilir. Bu çalışmada Shannon, kuantum bilgi teorisinde bilgi ölçümü birimi olarak kullanılan entropi (belirsizlik) kavramını ele almıştır.

1975 yılında Bialynicki-Birula ve Mycielski (BBM), Boltzman-Shannon bilgi entropilerini kullanarak belirsizliğin formülasyonunda yeni bir ifade elde etmişlerdir. Matematiksel olarak konum ve momentum uzayındaki Boltzman-Shannon bilgi entropilerinin toplamından elde edilen bu ifadenin, Heisenberg belirsizlik ilkesinden daha kullanışlı ve daha güçlü bir eşitsizlik olduğu kabul edilir.

Fotonlar kuantum bilginin hızlı, basit ve en sağlam taşıyıcılarıdır (Tittel ve diğ., 1998). Bundan dolayı fotonların kullanımı, kuantum bilgi işleme uygulamalarında en yaygın olanıdır (Wodkiewicz ve diğ., 1993; Englert ve Walther, 2000; Rauschenbeutel ve diğ., 2001). Kuantum bilgi, uzun süredir yoğun şekilde tartışılmayan kuantum mekaniksel bakışı ve onun gerçekliğini tekrar gündeme getirmiştir (Landauer, 1961).

Kuantum bilgi, kuantum bit, kısaca kübit üzerine kurulmuştur. Kübit, gerçek fiziksel sistemi ortaya çıkaran, kuantum bilgiye karşılık gelen birimdir. Klasik bilginin bölünmez birimi olan bit, iki mümkün durumdan  $\{0,1\}$  sadece birini alabilir. Kübit ise, en basit mümkün bir kuantum sisteminde bu iki bitin üst üste bindiği bir durum olarak tanımlanır.

İki boyutlu Hilbert uzayında fiziksel sistemi gösteren  $\{|0\rangle, |1\rangle\}$  vektörleri birbirine diktir ve bu vektörler ortonormal baz oluştururlar. Bu fiziksel durum için süperpozisyon (üst üste binme);

$$|\psi_K\rangle = \alpha|0\rangle + \beta|1\rangle = \alpha \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix} + \beta \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix} \quad (3.1)$$

olarak verilir. Burada, normalizasyon şartı  $|\alpha|^2 + |\beta|^2 = 1$  ile sağlanır. Kübit,  $\alpha$  ve  $\beta$  katsayılarının herhangi bir değerinde bulunabilir. Böylelikle kübit  $\{|0\rangle, |1\rangle\}$  baz vektörlerinin sonsuz farklı süperpozisyonu ile oluşur.

Doğa, kübitlerden oluşan kapalı bir kuantum sisteminde gelişir ve evrime uğrar. Doğada, kübitin kuantum durumunu tanımlayan  $\alpha$  ve  $\beta$  gibi sürekli değişkenler saklıdır. Böylelikle, doğada kübitler aracılığıyla bilginin büyük miktarı barınır. Bu bilginin doğadaki potansiyel miktarı, kübitin sayısı ile üstel olarak artar. Bu bağlamda bilim adamları için “gizli kuantum bilgisini” anlamak önemli bir sorundur (Nielsen and Chuang, 2000).

### 3.6 Fikir ile Bilgi Arasındaki İlişki

İnsanların eğitimleri, deneyimleri, sezgileri ve fikirleri sonucunda sahip oldukları enformasyonu kişiselleştirmeleri bilgi olarak adlandırılmaktadır. Bilgi, insanın etrafında olup bitenleri tam ve doğru olarak kavramasını sağlayan kişiselleştirilmiş enformasyondur. Bilgi üretimi, organizasyonun yeni ve yararlı fikirler üretebilme yeteneğini ortaya koymaktadır. Bilgi yönetimi, işbirliği, bilgi paylaşımı ve birbirinin fikirlerini kullanma üzerine kurulmuştur. Organizasyon içinde bilgi geliştirme, bilgi teknolojilerinden etkin bir biçimde yararlanılarak yeni becerilerin, fikirlerin, süreçlerin yaratılması için icra edilecek bilinçli faaliyetlerden oluşan karmaşık bir süreçtir (Kalkan, 2006).

Felsefi açıdan Heidegger’e (1966) göre fikir yürütmek, “bir durumu göstermek, akıl yürütmek, problem çözmek, tasarlamak, karar vermek, var oluşu anlamak, bir şeyin olmasına izin vermek, bilgi işlemek, kavram oluşturmak”tır.

Örtülü bilgi, uygulamadan gelen bir fikirle ortaya çıkmaktadır (Durack, 2004, Mitri, 2003). Örtülü bilginin özünde hareketler ve eylemler vardır. Yapılan her harekette fikirler, değerler, hisler öne çıkmaktadır. (Al-Jayyousi,2004). Örtülü bilginin kaynağını kişinin deneyimlerinde yatan ve tecrübe yıllarından gelen fikirler, inançlar, değerler, görüşler, sezgiler, duygular, sübjektif anlayışlar, alışkanlıklar oluşturmaktadır (Kulaklı, 2005).

Hedlund'un (1994) "fikirlerin açıkça ifade edilebilmesi" kavramı, Nonaka ve Konno'nun (1998) dışsallaşma kavramına benzemektedir. Dışsallaşma, örtülü bilginin açık kavram ve modellere dönüşümünü içermektedir. Analogiler, metaforlar, kavramlar, modeller ve gözlemler kurularak, örtülü bilginin açık bilgi haline getirildiği bir bilgi oluşturma sürecidir. Bir fikrin veya düşüncenin kavramsallaştırılmak amacıyla sözlü olarak ifade edilmesi ya da yazıya dökülmesi, dışsallaşma sürecine güzel bir örnektir. Dışsallaşma özünde fikir ve hayalleri kavramsallaştırma ve açık bilgi haline getirme sürecidir (Karlsen ve diğ., 2003, Akgün ve Keskin, 2003) Dışsallaştırma, kişilerin diyalog veya kolektif fikirleri etkisiyle örtülü bilgilerini birbirlerine aktarmalarını sağlamaktadır.

Barutçugil (2002) bilgiyi, düşünceler, öngörüler, sezgiler, fikirler, alınan dersler, uygulamalar ve yaşanan deneyimler bütünü olarak vurgulamaktadır. Bilgi ayrıca, olayları ve olguları tanıma, anlama ve özellikle açıklamaya yönelik olarak eğitim, gözlem, araştırma veya deneyim yoluyla elde edilmiş, zihinsel süreçten geçmiş olgular veya fikirler bütünüdür (Barutçugil, 2002).

#### 4. LİTERATÜR TARAMASI

Kuantum teorisi sadece fizikçilerin ilgi alanına girmemiştir, ayrıca sosyal bilimcilerin de doğayı daha zekice, bütüncül ve organik yorumlamalarında ilham kaynağı olmuştur (Capra, 1983). Teori, karşılaştığımız problemler ve fırsatlar üzerinde düşünebilmemiz için sıra dışı yeni bir yol sunmuştur. Sosyal bilimciler, teoriden yola çıkarak mikro evrende ortaya çıkan dinamikleri makro alemde de geçerli olduğunu/olabileceğini düşünürler. Kuantum fiziğinin sosyal bilimciler arasında bu kadar heyecan uyandırmasının ve takip edilmesinin nedeni de budur. Olay ne kadar küçülürse, olayın bulgularının açıkladıkları o kadar makro düzeyde olabilmektedir. Atom altı parçacıklarından kara deliklerin sınırlarına ulaşabilmektedir, zaman ve ışık hakkında zekanın sınırlarını zorlayan yorumlar yapılabilmektedir.

Son zamanlarda kuantum fiziği diğer bilimlerde de kullanılmaktadır (Khrennikov ve Haven, 2007). Örneğin, kuantum oyunlar üzerindeki yapılan çalışmalar, oyun teorisi ile ilgilenen cemiyetler arasında yoğun ilgi ile karşılanmıştır (Grib ve diğ., 2004; Piotrowski ve Sladkowski, 2003). Opsiyon fiyatlaması üzerinde yapılan çalışmalarda kuantum mekaniği kullanılmıştır (Segal ve Segal, 1998). Ayrıca Bohmian kuantum mekaniğinin kullanılmaya başlandığı da sosyal bilim literatüründe görünmektedir (Choustova, 2001). Bohmian mekaniğinin sosyal alandaki ilk uygulamaları Choustova ve Khrennikov tarafından kaleme alınmıştır (Choustova, 2001; Khrennikov A. Yu, 2004). Yazarlar çalışmalarında, Bohmian mekaniğinin hisse senedi fiyatlaması teorilerinde kullanılan bilginin nasıl modellenebileceğini göstermişlerdir.

Fiziksel teori dışında kuantum teorisinin kullanıldığı literatürdeki çalışmaların ana başlık şeklinde özeti şu şekilde verilebilir (Khrennikov ve Haven, 2009):

- Ekonomi (La Mura, 2005; Mogiliansky, Zamir ve Zwirn, 2003)
- Finans (Accardi ve Boukas, 2006; Baaquie, 2005; Choustova, 2006, 2007; Haven, 2005, 2008a, 2008b; Segal ve Segal, 1998)

- Sosyal Bilimlerin Diğer Alanları (Khrennikov, 1999, 2002, 2004)
- Diğer Alanlar (Aerts ve D'Hooghe, 1996; Aerts ve diğ., 2000; Aerts ve diğ. 2003)

Konu başlıkları bazında kuantum teorisinin etki ettiği çalışmalar aşağıda detaylandırılmıştır.

#### **4.1 Yönetim ve Organizasyon**

Overman (1996) kuantum yönetimi konusunda çalışan öncül çalışmalardan birini yapmıştır. Yazara göre kuantum yönetimi maddeden çok enerjiye odaklıdır. Olandan çok olacak olanla, sebepten çok rastlantı ile, öngörülebilir olanlardan çok konstrüktivizm ile, algı ve farkındalığın yeni durumları ile ilgilidir. Performans ölçümleri, kuantum yorumları için ilgi çekici bir hedeftir. Kuantum yönetimi için, amaç ve performans değerlendirmesi, sebep-sonuç anlayışı için değersizdir. Çünkü performans soru ve skorlarla ilgilenmez, performans hem göreceli hem de sübjektif bir olgudur. Daha da önemlisi, performansı ölçmek için kullanılan herhangi bir girişim, performansın kendisinin değişmesine neden olacaktır. Performans bu özelliği nedeni ile kuantum teorisinin bulguları ile örtüşmektedir.

Sheldon ve Darling (2004) çalışmalarında yeni bilimlerin yönetim üzerindeki etkilerini incelerken kuantum yaklaşımını da özellikle incelemişlerdir. Hock (1999), Kilmann (2001), Sanders (1998), Stacey (1996), Wheatley (1992), Zohar (1997) yaptıkları çalışmalarında, 17. yy'da Newton klasik fiziğin temellerini kurduğundan beridir yönetimi etkileyen klasik yaklaşıma alternatif olarak yeni bir bilimsel yaklaşım geliştirilmesinin zamanı geldiğini belirtmişlerdir. Kaos ve kuantum teorileri gibi 20. yüzyıl teorileri ile daha bütüncül yönetim metaforları bunun için kullanılabilir. Bu teoriler, evreni statik, öngörülebilir, objektif bir makinadan ziyade dinamik, öngörülemez, sübjektif ve kendi kendini organize edebilen bir sistem olarak tanımlarlar. İki teoride de değişim, evrimin bir katalizörü ve tüm yaşayan sistemlerin temel prensibidir.

Kaplan ve Daşöz (2004) yaptıkları çalışmalarında yeni rekabetin dört önemli belirleyicisini belirlemişlerdir: Bunlar; kaos, karmaşıklık, kuantum güç ve siber ortamdır. Kuantumda hiçbir şey belli değildir. Basit yapılar vardır. Doğası, kesinliği, değişmezliği, bilinirliği yoktur. Bütün tercihleri kullanmaya çalışır ve kullanır.

Shelton ve diğ. (2002)'e göre, kuantum organizasyonlar klasik organizasyonlardan, kuantum fiziğinin klasik fizikten farklı olduğu kadar farklılardır. Kuantum organizasyonlar, sürekli değişen, atik, uyumlanabilir, sınırsız bir organizasyon olarak tanımlanabilir. Bilgi ve yenilik serbestçe akar. Kuantum organizasyonlar, farklı perspektiflerin zenginliği ile tanınırlar, çatışmayı hoş karşılar, diyalog yolu ile bu farklı ilişkilerin sonucunda ortak bir anlayış doğacağına inanırlar. Kaosun sistemin evrilmesi için doğal bir parça olduğunu düşünür. Güç ve kontrol kendi kendine organize olma kabiliyetine duyulan güven ile yer değiştirmiştir.

Kilmann (2001), kuantum organizasyonları “devrimsel yeni organizasyonlar, yaşayan, rekabetçi, global ekonomi ile eşleşen, organik yapılar” olarak tanımlamıştır. Kuantum organizasyonların tüm çalışanları; müşteri, tedarikçi gibi aktif katılım içindedirler. Mekanik organizasyonlarda yöneticiler, planları organize eder, yönlendirir ve çalışan davranışlarını kontrol ederler. Kuantum organizasyonlarında ise çalışanlar kendi kendilerine organize olurlar. Kuantum organizasyonlarda, iletişim çok yönlü, emirler paylaşılmış, insanlar becerikli ve güven seviyeleri yüksektir.

Zohar (1997)'e göre kuantum fiziğinin organizasyonlara iki kavramsal katkısı olmuştur. (1) organizasyonların karşılaştıkları problem ve fırsatları değerlendirmek için farklı/radikal/yeni bir yol önermiştir. (2) insan algısı ve yaratıcılığının kontrol edilemez/tahmin edilemez şekilde davrandığını ortaya koymuştur.

Değirmenci ve Utku (2000)'ya göre, kuantum organizasyonların yapılanmasında hiyerarşi değil, ekip çalışması esastır. Kendi kendini örgütleyen kuantum organizasyonlarda esas, tüm çalışanların şirket vizyonundan beslenme kapasitesini canlı tutmaktır. Gereksinim duyulan odak ve enerji, ancak vizyon ve değerlerden alınabilir. Kuantum vizyona göre çevre bilinci, sosyal sorumluluk ve hizmet anlayışı esastır. Yazarlar 'Belirsizlik' ve 'Tamamlayıcılık' ilkelerinin (parça/dalga ikiliği modeli) günlük yaşamımızda aynı düzene farklı yollardan bakma şansı veren ilkeler olarak görebileceğimizi söylemişlerdir.

Fris ve Lazaridou (2006)'a göre yöneticiler, organizasyonel konularda “kuantum yaklaşımının zaman içinde Newtonian yaklaşımlarının yerini alacağı” düşünme tuzağına kesinlikle düşmemeleri gereklidir. Çünkü her iki yaklaşım da farklı organizasyonel yapılar için ideal olabilirler ve farklı yönleri açıklarlar. Newtonian metaforlar daha basit, dengeli, sabit bir çevrede yaşayan organizasyonlar için kullanışlı iken kuantum yönetim anlayışı türbülans çevresi içinde yaşayan kompleks yaşayan sistemler için daha kullanışlıdır. Ancak her iki yaklaşımın da bir kesişimi vardır. Basit ya da kompleks olsun her iki yaklaşımda bir organizasyon üyeleri, kendi performanslarının doğru ölçüldüğü ve değerlendirildiğini düşündüğü organizasyon içinde gerçekten motive olurlar (Fukuyama, 1992).

Lawless (2002) yaptığı çalışmasında ise geleneksel organizasyon teorisindeki hataların, organizasyon ve değişim ile ilgili yenilikçi teorilerin ortaya çıkması için kapı açtığını savunmuşlardır. Organizasyonları iki durumlu yapan eylem ve gözlem arasındaki karşılıklı bağımlılık ve etkileşim uygulamaları ile ilgili Bohr ve Heisenbergden ilham alarak, organizasyon için enerji seviyeleri (kaynaklar) ile inanç/eylem belirsizlik temelli bir organizasyon teorisi kurmuşlardır. Yazarlara göre sosyal etkileşimdeki belirsizlik; strateji, plan ya da bilgi arasındaki belirsizliklerin karşılıklı bağımlılığı şeklinde gösterilebilir.

#### **4.2 Liderlik Yetenekleri**

Shelton ve Darling (2001) göre planlama, organizasyon, yönetme ve kontrol gibi geleneksel yönetim becerileri, hızla gelişen ve değişen karmaşık 21. yüzyıl organizasyonları için artık yeterli değildir. Yazarlar, modern organizasyon liderlerinin becerilerini geliştirebilmeleri için kuantum ve kaos teorilerinden kavramlar kullanarak yeni bir yetenek kümesi oluşturmuşlardır. Bu kavramlar liderlik etkinliğini artırmak için, yetenekler ve düşünce paradigmaları arasında yeni bir etkileşimli model kurmak için kullanmışlardır. Yazarlar bu yetenekleri kuantum yetenekler olarak adlandırmıştır. Çünkü bu yetenekler kuantum enerjisi önermesi üzerine kurulmuştur. Bu doğadaki yedi yetenek şunlardır:

- 1.Kuantum görme: amaçlı görme becerisi
- 2.Kuantum düşünme: paradokslu düşünme becerisi
- 3.Kuantum hissetme: hayati olarak canlı hissetme becerisi



- 4.Kuantum bilme: sezgisel olarak bilme becerisi
- 5.Kuantum davranma: sorumlu davranma becerisi
- 6.Kuantum güvenme: yaşam sürecine güvenme becerisi
- 7.Kuantum olma: ilişki içinde olma becerisi

Yedi kuantum yeteneği, geleceksel, bilimsel, ruhsal, basit ve karmaşıktır. Yöneticiler bu yeteneklerini kullandıkları zaman, mekanistik, deterministik, indirgeyici düşüncenin limitlerini aşacaktır. Yazarlara göre yedi kuantum yetenek, bütünün parçalarından daha büyük olduğu güçlü kuantum organizasyonları oluşturmak için ön şartlardır. Kuantum organizasyonlarda liderlik dağıtılmıştır, iletişim çok güçlüdür ve çok yönlüdür, risk alma cesaretlendirilmiştir, güven yüksektir. Bu organizasyonların üyeleri, tutku ve amaç ağırları oluşturmada bu yedi kuantum yeteneğini kullanırlar.

Pauleen ve Mohammed (2005) yaptıkları çalışmada, Shelton ve Darling (2001) tarafından tanımlanan kuantum yeteneklerini, polisiye suç mahali inceleme süreçlerinde bilişsel düzeyde nasıl kullanabileceği ile ilgili tespitlerde bulunmuşlardır. Suç inceleme sırasında, sorgulamadan sorumlu kişi suçu çözebilmek için kendi bilişsel yetenek ve kişisel bilgi stratejilerini kullanır. Kuantum yetenekler kişilerin çevreleri ile daha yoğun bir şekilde ilişki içinde olmalarına imkan tanıyan yeteneklerdir. Bu yeteneklerin kullanılması ile birlikte yazarlar, suç inceleme ve suçların ortaya çıkarılma süreçlerinin daha etkin bir hale dönüşeceğini iddia etmektedirler. Ayrıca yazarlar bu yetenekler ile donatılmış çalışanların organizasyonlarına katacakları değer geleneksel Newtonian yaklaşımından daha belirgin katma değerli olacağını da savunmaktadırlar.

Wells (2009) ise kuantum yetenekleri öğretmen öğrenci ilişkilerini iyileştirmek için kurdukları model içinde kullanmışlardır. Kavramsal çalışmada, okul bir organizasyon olarak düşünülmüş ve bilgi/enerji akışı ile sürdürülebilir bir okul kültürü oluşturma konusunda kuantum yaklaşımının sunduğu yolları ortaya çıkarmaya çalışmıştır. Bu çalışmanın amacı da, öğrenci başarısının artırılması için okul kültürünü değiştiren kuantum temelli bir model kurup, öğretmenlerin gelişimlerini artırmak, öğrenciler ile ilişkiler kurmalarını ve kolej ortamı oluşturulmasını sağlamaktır. Kuantum yetenekleri kullanılarak, enerji ve insanlar arası ilişkilere önem veren bir organizasyonel görüş önerilmektedir.

Fris ve Lazaridou (2006) çalışmalarında organizasyonlar hakkında düşünce tarzı geliştirmeye çalışmışlardır. Bu düşünme tarzı kuantum perspektifidir. Bu çalışma içinde kuantum perspektifinin liderlik, katılımı desteklemesi ve çatışma ile başa çıkma hakkında nasıl fayda sağlayabilen bir metafor olduğu ortaya konulmaya çalışılmıştır. Newtonian ve kuantum organizasyonlarındaki liderlik ve yeteneklerin, organizasyon üyelerinin katılımcılıklarına olan etkileri gösterilmeye çalışılmıştır.

### **4.3 Şirket Birleşmeleri**

Shelton ve diğ. (2002)'e göre ağ organizasyonlar, geleneksel hiyerarşilerden daha atik, becerikli kıvrak ve uyumlaşabilirler. Şirket evlilikleri, birleşmeleri ve stratejik birlikteliğin diğer tüm formları aynı mekanistik önermeye dayanır. Mekanistik görüşe göre şirket birleşmelerinde aynı Newton topları gibi; ortaklar, bireyler ve organizasyonlar birbirlerine vurup momentum ve yönlerini etkilerler ama şirketler birbirlerinin özlerini değiştiremezler. Bundan dolayı bu anlayış ile birleşen birçok şirket birleşmesi başarısızlıkla sonuçlanmıştır. İki şirketin özü birleşmediği için oluşan yeni organizasyon alt organizasyonları etkiler ama ilişki hep yüzeysel kalır. Kimlik dönüşü gerçekleşmez. Dolayısıyla giderek parçalar izole olur ve organizasyon içinde entropi oluşur. Ancak yazarlara göre şirket birleşmeleri kuantum organizasyonu yapılanması içinde olursa, şirketler dalga girişimleri gibi birbirleri ile iç içe girecek ama özlerini de kaybetmeyeceklerdir. Yeni ama alt organizasyonlarda kendi özelliklerini koruyan şirketler olacaklardır.

### **4.4 Oyun Teorisi, Karar Verme ve Bilgi Yönetimi**

Lawless (2002) çalışmasında çoklu ajan sistemlerini ve oyun teorisini kuantum yaklaşımı ile incelemiştir. Karar verme süreci içinde ajan sayısı artırılınca, sayılaştırabilir olma durumu hızla düşmektedir. Tersine, kuantum mantığı ajan sayısının artsa bile karar verme süreçlerinde daha dayanıklı/güçlü bir model kurulmasına imkan vermektedir. Oyun teorisi modeli statiktir, doğrulanmış hiçbir tahmin yapamaz ya da etkileşimi düşünemez. Ancak, anlaması daha zor olsa da, kuantum oyun teorisi daha biyolojiktir, matematikseldir ve alan çalışması desteği sağlar. Kuantum oyun teorisi, oyun teorisinin karşılaştığı problemler ile karşılaşmaz. Bu model sosyal etkileşimi ölçülebilir bir hale getirir.

Lawless (2003) çalışmasında karar verme süreçlerinde kuantum yaklaşımını kullanmıştır. Karar vermede sosyal teorinin yokluğundan kaynaklanan risklerden biri, eksik tanımlanmış modellerdir. Bu modeller, geleneksel çoklu ajan sistemlerinde eksik tanımlanmış problemlerin çözümleri için pratik olmaktan uzaktır. Tersine, karar vermede kuantum bakışı ile modelleme, ajan sayısının arttığı durumlarda daha güçlü bir modelleme sağlamaktadır. Önceleri, eksik tanımlı problem için optimum çözümler, sezgisel, ölçülemez inançlar ile bulunabilirdi.

#### **4.5 Sosyoekonomi**

Karsten (1990) çalışmasında, kuantum teorisi ve Bohm'un tamlayıcılık teorisi ile her bir mikroekonomik parçanın makroekonomik bütünü nasıl etkilediği ve tersi durumun nasıl gerçekleştiğini sorgulamıştır. Kuantum teorisi ile sosyoekonomik yaklaşım arasındaki ilişki, "sosyoekonomik evrendeki her bir eleman tüm sistem ile, tüm sistem de her bir eleman ile ilişkilidir" temel önermesine dayanır. Kuantum teorisine göre tekil parçalar, bütünün haricinde hiçbir anlama sahip değildir, tüm organik resimde, ekonomik analizler içinde değerlendirilmesi gereklidir. Kuantum teorisi terimleriyle, mikroekonomik süreçlerin araştırılması, gözlemcinin referansları ile şekillenmiş makroekonomik çerçeve ile beraber anlamlıdır. Gözlemcinin her hareketi, gözlemlenen sistemin bir integral parçası olarak düşünülmelidir. Nesnenin/sistemin/paradigmanın anlamlı olabilmesi ancak gözlemci ile ilişki içinde olmasına bağlıdır.

Karsten (1990) göre, "Heisenberg belirsizlik" ilkesine göre sosyoekonomik sistemler de üst üste binen, tamamlayıcı özellikler gösteren ama bazen de paradoksal görüşler içeren süreçler olarak görülebilir. Ekonominin kuralları ne kadar gerçekçi ise o kadar kesin değildir, ne kadar kesinse o kadar gerçek değillerdir. Ekonomi onu oluşturan parçaların toplamından büyüktür, her bir mikroekonomik eleman – müşteri, tüketici, firmalar, hükümet, pazar yapısı, hammadde fiyatları – belirli bir kesinlikte konumlandırılmazlar, ancak olası konumlar şekilde tarif edilmelidirler.

## 4.6 Finans

1970'lerden itibaren, finans dünyası içindeki yoğun bilgi değişimi fiyat dinamiklerinin oluşmasında ve belirlenmesinde en önemli ana kaynak haline gelmiştir. Bilgi, fiyat dinamiklerini etkilemekte çok daha önemli bir rol oynar hale gelmiştir (Choustova, 2008). Finansal operasyonlar ile ilgilenen tacirler devasa büyüklükteki kollektif bilişsel sistemler gibi çalışmaktadırlar (Soros, 1987).

Maalesef ki günümüzde yüksek seviye bilişsel süreçler tanımlamada yeterli olabilecek matematik modellerine sahip değiliz. Bu noktada bilişsel ve kuantum süreçlerin bir arada kullanılarak bazı analogilerin çıkartılabilme imkanını düşünmek faydalı olacağına benzemektedir (Penrose, 1994; Bohm ve Hiley, 1993; Hiley ve Pylkkanen, 1997; Khrennikov, 1999; Khrennikov, 2000). Özellikle kuantum teorisi içindeki Bohmian pilot dalga modelini bilişsel olayların modellenmesi için kullanan çalışmalar mevcuttur (Bohm ve Hiley, 1993; Hiley ve Pylkkanen, 1997; Khrennikov, 2000).

Bohmian mekaniği finans piyasası içindeki fiyat dinamiklerinin simule edilmesi için kullanılmıştır. Bu çalışmalarda ki fiyatın klasik evrimi, fiyat değişimi faz uzayının klasik Hamiltonian yapısı (Hamiltonian formalism) geliştirilerek tanımlanmaya başlanmıştır. Fiyatın klasik dinamikleri; doğal kaynak, endüstriyel gelişim gibi klasik finansal koşullardan etkilenir. Aracı kurumlar arası ilişkiler ile birlikte bu klasik finansal koşullar, klasik potansiyel enerji kavramı ile matematiksel olarak modellenmektedir. Ancak, gerçek hayatta para dinamiklerine etki eden tek kaynak klasik finansal koşullar değildir, bilgi ve piyasa psikolojisi bu fiyat dinamikleri üzerinde artık daha büyük rol oynamakta ve etki etmektedir. Literatürde, fiyat dinamiklerine etki eden bu soyut finansal faktörlerin modellenmesinde Bohmian pilot dalga modeli önerilmiştir. Finansal dalga teorisinde özellikle piyasa psikolojisine dikkat çekilmeye çalışılmıştır. Fiyat gerçek seyrini belirleyen (2. Newton kuralından analogi yaparak) iki finansal potansiyel vardır: klasik bazlı (somut piyasa koşulları) ve kuantum bazlı (soyut piyasa koşulları) (Choustova, 2008).

Soros (1987) finans piyasalarının kompleks bilişsel sistemler gibi çalıştığını öne sürmüştür. Çalışmasında bu önermesi için “yansıyabilirlik” (reflexivity) teorisi adını verdiği bir yaklaşım ortaya koymuştur. Bu teoriye göre sadece somut faktörlerin etki

ettiği piyasa ile mental faktörlerin önemli rol oynadığı piyasa arasında büyük bir fark vardır. Bilişsel olmayan piyasalar, klasik rassal değişimler ile evrimleşirler. Ancak bu şekildeki değişimler, bilişsel piyasaları açıklamada yetersiz kalmaktadır, bu nedenle de çalışmada kuantum teorisi ile analogi yapma fikrini ortaya koymuştur. Ancak finans piyasaları için kuantum şekilselliğinin doğrudan kullanılamayabileceğini de belirtmiştir.

Bireylerin hür iradelerinden dolayı finans piyasalarındaki aracı kurumlar ve tacirler stokastik bir davranış sergilerler. Ayrıca bu kurum ve tacirlerin hür iradeleri de ekstra bir stokastik ortam oluşturmaktadır ki bu piyasayı artık klasik bazlı (bilişsel olmayan) yaklaşımlar ile tariflemeyi imkansız hale getirmektedir. Bohmian yaklaşımında, bir parçacığın izlediği yolu tariflemeye ek bir potansiyelin tarifi yapılmaktadır: kuantum potansiyeli. Bu yaklaşım, finansal piyasalara da uygulanabilirlik şansı vermektedir. Kuantum bazlı (Hilbert uzayı ihtimali) formların atom altı dünya dışındaki alanlarda da çeşitli uygulamaları yapılmıştır (Khrennikov, 1999, 2000).

Bachelier'in doktora tezinden (1990) başlayarak kullanılmaya başlanan klasik stokastik yaklaşım ile kıyaslandığında kuantum bazlı finansal yaklaşım, finansal piyasadaki stokastikliği matematiksel olarak tanımlamada yeni bir imkan sunmaktadır (Bak ve Diğ., 1993; Cootner, 1964).

Kuantum teorisi içinde geçen "*Pilot Dalgası*" (pilot wave – Bohmian) modeli finans alanında uygulanma şansı bulmuştur. Bu model davranışsal finansal faktörlerin (borsa tacirlerinin beklentileri..vb) tanımlanması için önerilen modellerden biri olmuştur. Choustova (2008) çalışmasında gerçek finansal veriler ile çalıştığı için, pilot dalga teorisinin stokastik versiyonu olan Bohm-Vigier modeli ile çalışmanın uygun olacağını belirtmiştir. Çalışmada kurulan kuantum modeli ile finansal piyasa hakkında bilinen bilgiler (piyasa oyuncularının beklentileri de dahil edilerek) bir *bilgi alanı*  $\psi(q)$  – *finansal dalga* ile tariflenmiştir.

Choustova (2008)'ın yaptığı çalışma gibi doğrudan davranışsal modelleme ile ilgilenmemiş ama finansal piyasada yaşanan rastlantısallığın kuantum mekaniği ile daha doğru ve iyi bir şekilde açıklanabileceğini savunan başka çalışmalar da yapılmıştır: Haven (2002, 2003, 2004, 2005), Segal ve Segal (1998).

#### 4.6.1 Finans alanında yapılmış örnek bir çalışma

Choustova (2008)'in yaptığı çalışma, bu teze ilham olması açısından da oldukça önemli bir yerde bulunmaktadır. Dolayısı ile bu çalışmanın tez içinde detaylandırılması faydalı olacaktır. Choustova'nın modelinin, finansal varlıkları almak ve satmak için en iyi fiyatı belirlemeye çalışan, birbirleri ile etkileşen ve dış ekonomik değişimlere tepki veren  $n$  sayıda tacirin  $(a_1, a_2, \dots, a_n)$  bulunacağı bir matematiksel model olduğunu düşünelim. Ayrıca bir de fiyat koordinat sistemi olsun:  $q_j$ ;  $j$ . tacir tarafından teklif edilen fiyat olacak şekilde  $n$  boyutlu konfigürasyon uzayı  $Q = R^n$   $q = (q_1, q_2, \dots, q_n)$  dir.  $Q$  konfigürasyon uzayında, tüm tacirler için bir  $t$  anındaki fiyat noktası  $q(t) = (q_1(t), q_2(t), \dots, q_n(t))$  olacaktır.  $R$ , tüm gerçek sayılardır. Yani (+) değerli fiyatlar kullanıldığı gibi (-) değerli fiyatlara da bu koordinat sisteminde yer verilmektedir. Eğer tacir  $a_j$  bir ürün satarsa (teklif isterse)  $q_j \geq 0$ , eğer alım yaparsa (teklif verirse)  $q_j \leq 0$  olur (Choustova, 2008).

Model içinde kullanılan diğer bir parametre ise fiyat değişim değişkenidir:

$$v_j(t) = \dot{q}_j(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{q_j(t + \Delta t) - q_j(t)}{\Delta t} \quad (4.1)$$

Kesikli fiyat değişim değişkeni:

$$z_j(t) = q_j(t + \Delta t) - q_j(t) \quad (4.2)$$

Fiyat değişimleri uzayını  $V (\equiv R^n)$ ,  $v = (v_1, v_2, \dots, v_n)$  sembolü ile tanımlayabiliriz. Fiyat faz uzayını da şu şekilde yazabiliriz:  $Q \times V = R^{2n}$ .  $(q, v) = (\text{fiyat}, \text{fiyat değişimi})$  finans piyasasının bir durumu olacaktır.

$m$ , tacirlerin piyasaya sundukları parça sayısını ifade edecektir. Buna finansal kütle denebilir. Her bir tacir kendi finansal kütesine sahiptir;  $m_j$ . Piyasaya yapılan toplam fiyat teklifi  $T_j = m_j q_j$  olacaktır.

Bir ticari işlemin finansal enerjisi fonksiyonu  $H: Q \times V \rightarrow R$ 'dir. Eğer klasik mekanik analojisini kullanacak olursak, finansal enerji için formülasyon şu şekilde olacaktır:

$$H(q, p) = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^n m_j v_j^2 + V(q_1, \dots, q_n) \quad (4.3)$$

$$K = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^n m_j v_j^2 \quad (4.4)$$

4.4 nolu formülasyon kinetik enerjiyi temsil ederken,  $V(q_1, \dots, q_n)$  potansiyel enerjiyi temsil eder.  $m_j$   $j$ . tacirin finansal kütesidir.

Finansal kinetik enerji, tacirlerin fiyat değişimi için yaptıkları çabayı temsil etmektedir: yüksek fiyat değişimleri  $v_j$  daha yüksek bir kinetik enerji oluşturacaktır. Finansal kütle de önemli bir rol oynamaktadır. Eğer bir tacir  $a_1$  1 adet ürün satar,  $a_2$ 'de 2 adet ürün satarsa iki tacirde fiyatı aynı yönde değiştirmiş olurlar, ancak  $a_2$ ,  $a_1$ 'den iki kat daha fazla bir kinetik enerji oluşturmuş olur. Kinetik enerji sadece mutlak fiyat büyüklüğüne (fiyat değişimlerinde ki) bağlı değildir. Yüksek finansal kinetik enerji piyasanın finansal durumundaki hızlı değişimlere de neden olabilir. Ancak, kinetik enerji bu değişimin şeklini vermez, bu değişim “hızlı ekonomik büyüme” ya da “resesyon” da olabilir (Choustova, 2008).

Potansiyel enerji  $V$ , tacirler arasındaki ve tacirlerin diğer ekonomik koşullar ile ilişkilerini temsil eder. En basit hali ile etkileşim potansiyeli:

$$V(q_1, \dots, q_n) = \sum_{j=1}^n (q_i - q_j)^2 \quad (4.5)$$

$a_1$  ve  $a_j$  tacirlerinin fiyatları arasındaki fark  $|q_1 - q_j|$  arbitraj için en önemli durumdur.

Arbitraj, bilgi değişiminin varlığı nedeniyle oluşur. Bu bilginin de bilgi dalga fonksiyonu kullanılarak modellenenabilir. Bilgi dalga fonksiyonu opsiyon fiyatlama çalışmaları için de kullanılabilir (Haven, 2005). Opsiyon fiyatlama modeli temelleri Black ve Scholes (1973) tarafından ortaya atılmıştır. Bir parçacığın hızını bulduran Bohm-Vigier denklemi, dalga fonksiyonu fazının gradyan fonksiyonudur. Bu fonksiyon, opsiyon fiyatlama ve opsiyon fiyatındaki bilgi dalga fonksiyonun için kullanılmıştır (Haven, 2005).

Ekonomiden politikaya birçok çeşit dış etken finans piyasası ve oyuncularını etkileyecektir, araba piyasasında petrol fiyatları alıcı ve satıcıların fiyatlarını etkilediği gibi. Ancak hiçbir zaman piyasayı etkileyen tüm ekonomik ve sosyal koşullar dikkate alınamaz, bazı potansiyel  $V(q)$ 'ler modelde kullanılarak uygun ve standart bir yaklaşım elde edilmeye çalışılır (Choustova, 2008).

Fiyat dinamiklerini tanımlama için fiyat faz uzayında Hamiltonian dinamiklerini kullanmak doğru olacaktır. Maddesel nesnelere için klasik mekanik içinde

tanımlandığı gibi, yeni bir değişken olarak  $p = mv$  fiyat momentumu değişkeni kullanılması faydalıdır. Bu yüzden fiyat değişim vektörü  $v = (v_1, v_2, \dots, v_n)$  yerine fiyat momentum vektörü  $p = (p_1, p_2, \dots, p_n)$ 'den bahsedilebilir,  $p_j = m_j v_j$ . Fiyat momentumları uzayı için  $P$  notasyonu kullanılacaktır.  $Q \times P$  uzayı fiyat uzayı olarak adlandırılır. Fiyat faz uzayıdaki hareketin Hamiltonian denklemleri şu şekilde olacaktır:

$$\dot{q} = \frac{\partial H}{\partial p_j}, \quad \dot{p} = -\frac{\partial H}{\partial q_j}, \quad j = 1, \dots, n \quad (4.6)$$

Ayrıca bir de başlangıç koşullarına ihtiyaç vardır:

$$q_j(0) = q_{j0}, \quad p_j(0) = p_{j0} \quad (4.7)$$

Finansal enerjinin formülü:

$$H(q, p) = \sum_{j=1}^n \frac{p_j^2}{2m_j} + V(q_1, \dots, q_n) \quad (4.8)$$

Dolayısı ile Hamiltonian denklemler,

$$\dot{q} = \frac{p_j}{m_j} = v_j, \quad \dot{p} = -\frac{\partial V}{\partial q_j}, \quad j = 1, \dots, n \quad (4.9)$$

Sonraki denklem şu şekilde yazılabilir:

$$m_j \dot{v}_j = -\frac{\partial V}{\partial q_j} \quad (4.10)$$

$$\dot{v}_j = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{v_j(t + \Delta t) - v_j(t)}{\Delta t} \quad (4.11)$$

fiyat ivmesi (fiyat değişimindeki değişim) olarak adlandırılabilir.

$f_j(q) = -\frac{\partial V}{\partial q_j}$ , potansiyel finansal kuvvet olarak adlandırılmaktadır. İkinci Newton kuralı gereği;

$$m\dot{v} = f \quad (4.12)$$

“finansal kütle ile fiyat ivmesinin çarpımı finansal kuvvete eşittir”.

Hamiltonian evrimi, aşağıdaki finansal enerjinin temel özelliği ile belirlenir. Finansal enerji, Hamiltonian evrimi süreci içinde değişmez.



$$\begin{aligned}
& H(q_1(t), \dots, q_n(t), p_1(t), \dots, p_n(t)) \\
& = H(q_1(0), \dots, q_n(0), p_1(0), \dots, p_n(0))
\end{aligned} \tag{4.13}$$

Piyasada tacirlerin etkileşimleri ile birlikte tüm diğer dış şartlar zamana bağlıdır. Bu nedenle, zamana bağlı potansiyeller hesaplanırken bunlarda dikkate alınmalıdır:  $V = V(t, q)$  Potansiyellerin sadece fiyata bağlı olduğunu farzetmek modern finansal piyasa için doğal değildir. Tacirler fiyat değişimleri üzerindeki tüm bilgilere sahiptirler. Bu bilgiler arbitraj fırsatları için tacirler tarafından dikkate alınır. Bu yüzden, genel finansal kuvvetler için finansal Newton'un 2. Kuralı şu şekilde yazılabilir (Choustova, 2008):

$$m\dot{v} = f(t, q, p) \tag{4.14}$$

**Örnek 1.** (Choustova, 2008) (Serbest Tacir)  $n = 1$  ve  $V \equiv 0$   $\dot{p} = 0$  ya da  $p(t) \equiv p_0$  ve  $\dot{q} = \frac{p_0}{m} = v_0$  Bu yüzden  $q(t) = q_0 + v_0 t$ ,  $v_0 > 0$

Dış koşulların etkileri göz ardı edildiğinde, tacir fiyatını lineer bir şekilde artıracaktır. Bu çok doğal bir davranıştır. Şimdi de bu koşulu  $v_0 < 0$  için düşünelim. Bu durumda da tacir fiyatını lineer bir şekilde düşürecektir.  $t = t_0$  anında tacirin piyasadan edindiği bazı bilgilere istinaden fiyatını düşürdüğünü ama bu hamleden sonra piyasadan herhangi bir bilgi alamadığını düşünelim. Bu durumda tacir fiyatını düşürmeye devam edecektir. Bu örnek tabii ki çok idealize edilmiş bir örnektir. Ama asla izole edilmiş bir tacir bulunamayacağı için gerçekçi bir örnek olmayacaktır. Her tacir arbitraj için başka bir tacire ihtiyaç duyar, bu yüzden diğer tacirin bilgilerini kullanır.

### **Fiyat Dinamikleri ve Borsalar için Klasik Hamiltonian Modeli**

Fiyat faz uzayında Hamiltonian fiyat dinamikleri modeli, doğal kaynaklar, üretim hacmi, insan kaynakları gibi somut ekonomik şartlara temelde bağlı olan bir piyasayı tanımlamak için faydalı olabilir. Prensipite böyle bir model, ölçek ekonomilerinde de kullanılabilir ama (en azından doğrudan) finans piyasalarına uygulanamayabilir. Somut ekonomik koşulların hisse fiyatları üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu söylemek gerekir, ancak hisse piyasası sadece bu somut koşulların etkisi altında değildir. Diğer faktörler, soyut olanlar, finans piyasasında fiyatların oluşmasında önemli hatta çoğu zamanda belirleyici bir rol oynamaktadır. Bu soyut faktörler daha

önce model içinde tanımlanmamışlardı. Piyasa psikoloji önemlidir, bu psikolojik faktörler modern finansal bilgisayar sistemleri sayesinde gerçekleşen hızlı bilgi değişimleri ile daha önemli bir hal almıştır (Choustova, 2008).

Gözardı edilebilecek kadar az bir bilgi, bilginin hızlı bir şekilde yayılması nedeniyle finansal piyasa üzerinde büyük değişimlere neden olabilmektedir. Finansal piyasalarda finansal psikolojik dalgalardan bahsedebiliriz. Bazen bu dalgalar tüm finansal sistemi etkileyebilecek şekilde kontrol dışı fiyat değişimlerine neden olabilmektedirler (finansal krizler). Tabii ki bu finansal dalgalar somut koşullardan da etkilenmektedirler. Ancak somut koşullar finansal dalgaların şekillenmesinde önemli bir rol oynamamaktadırlar. Finansal dalgalar sadece bilgi dalgalarıdır. Finansal piyasanın davranışı ile bir radyo sinyali ile idare edilen devasa bir geminin davranışlarını karşılaştırabiliriz. Göz ardı edilebilir bir büyükte bir enerji taşıyan bir radyo sinyali (bu sinyal içinde bilgi taşınmaktadır), devasa büyüklükteki bir geminin yönünün değişmesi sağlayabilmektedir. Bu soyut faktör; hava, destinasyon, teknik cihazlar gibi herhangi bir somut faktör olmaksızın hareketin yönünü değiştirebilmektedir. Eğer radyo sinyallerini takip edebiliyorsak, geminin rotası hakkında bilgi sahibi de oluruz (Bohm ve Hiley, 1993).

### **Finansal Pilot Dalgaları**

Kuantum mekaniğinde ki Bohmian yorumuna göre bir kuantum sistemi maddi bir varlık (elementer parçacık gibi) ve bir pilot dalgasını içerir. Bu pilot dalga herhangi bir fiziksel enerji taşımaz. En azından, dalga ile elementer parçacık arasında bir fiziksel enerji değişimi, şimdiye kadar hiç gözlenmedi (Bohm ve Hiley, 1993).

Pilot dalga alanı ile elektromanyetik alan gibi fiziksel alanlar arasında önemli derecede fark vardır, örneğin diğer fiziksel alanlar fiziksel enerji taşırlar. Pilot dalga alanının ise kendine has özellikleri vardır. Özellikle, bir pilot dalga tarafından oluşturulan kuvvet dalga genliğine bağlı değildir. Bu yüzden kısa dalgalar ile uzun dalgalar parçacık yörüngesini aynı ölçüde değiştirirler. Pilot dalganın bu şekilde özellikleri, bunun bir bilgi dalgası olduğu konusunda spekülasyon yapma olanağı vermektedir (Bohm ve Hiley, 1993; Hiley ve Pylkkanen, 1997). Dolayısı ile pilot dalga alanı fiziksel uzay zaman içinde enerji yaymaz, bilgi yayar. Analoji açısından pilot dalgası radyo sinyallerinde taşınan bilgiye benzemektedir.

Daha önce de belirtildiği gibi kuantum mekaniğinin Bohmian pilot dalga yorumu geleneksel bir yorum değildir. Bu yoruma karşı birkaç eleştiri vardır (Choustova, 2008):

- (1) Bohmian yorumu, elementer bir parçacığın  $q(t)$  yörüngesindeki matematiksel tanımını yapar. Ancak böyle bir yörünge geleneksel kuantum önermelerine göre yoktur.
- (2) Bohmian yorumu, yerel değildir, yani herhangi bir fiziksel bir enerji değişimi olmaksızın bir parçacık pilot dalga ile kendisinden çok uzaktaki başka bir parçacığı hissedebilir.
- (3) Pilot dalgası fiziksel bir enerji taşımadığı için, bu fiziksel bir alan değildir. Bu yüzden fiziksel gerçekliğin bir parçası değildir. Fiziksel gerçeklik ile herhangi bir ilişkisi olmayan böyle yapılar konusunda çalışmak anlamsızdır.

(1) ve (2) nolu eleştiriler, Bohmian yorumunun finansal piyasalara uygulanması sırasında birer avantaj haline gelmektedir. 3. eleştiriye istinaden zaten pilot dalgasının sadece bir bilgi dalgası olduğu daha önce iddia edilmiştir. Bu bilgi yorumu A.Khrennikov'un çalışmalarında özellikle geliştirilmiştir (Khrennikov, 2000). Bu çalışmalarda pilot dalgası tamamen bir bilgi alanıdır. Fiziksel gerçek uzay  $R^3$  üzerinde tanımlanmamış, insan fikirleri bilgi uzayında tanımlanmıştır. Pilot dalga alanı, insanın ya da insan gruplarının algılamasını ifade etmiştir. Gerçekten de finansal piyasalar için pilot dalga modeli bir çeşit finansal bilinç gibi bilinç alanları için oluşturulmuş bir genel teori olarak kabul edilebilir (Choustova, 2008).

Finans piyasaları ile ilgili temel varsayımlardan biri, tacirlerin klasik tacirler gibi olmadıklarıdır. Çünkü bu tacirlerinin davranışlarını, sadece klasik finansal potansiyeller etkilememekte ayrıca finansal pilot dalgası tarafından taşınan ek bilgiler de etkilemektedir.

Choustova (2008) çalışmasında modern finans piyasasındaki aktörlerin klasik fizik ile tanımlanamayacağını, finansal pilot dalgası ile temsil edilen ek bilgilerin (psikolojinin) de düşünülmesi gereken etkenler olduğunu öne sürmüştür. Bu yüzden gerçek fiyat seyirlerini tanımlamak için finans faz uzayında klasik finansal dinamikleri (Hamiltonian formu) kullanamayız. Fiyat ve fiyat değişimleri için Hamiltonian denklemlerinin bilgi üretimleri de mutlaka dikkate alınmalıdır. Böyle bir modelin matematiksel olarak tanımlanması için, finansal piyasadaki her bir tacirin

faaliyetini yönlendiren bir finansal pilot dalgası gibi bir kavramın kullanılması daha uygun olacaktır (Choustova, 2008).

Bilgi alanı için fiyat uzayı  $Q$  kullanılmıştır. Bu yüzden finansal pilot dalga fonksiyon olarak şu şekilde tanımlanabilir  $\varphi : Q \rightarrow \mathcal{C}$ ,  $\mathcal{C}$ : kompleks sayılar kümesidir. Bu  $n$  sayıdaki tacir için  $(a_1, \dots, a_n)$  fiyat konfigürasyonlarını  $q = (q_1, \dots, q_n)$  bir  $\varphi(q)$  kompleks sayı ile eşler.  $\varphi(q)$ , fiyat konfigürasyonu  $q$ 'nun tacirler üzerindeki psikolojik etkisini göstermektedir. Kompleks sayı kümesinin kullanılması şaşırtıcı gelebilir. Ancak bu sayı kümesinin kullanılması, finansal pilot dalga dinamikleri için basit bir matematiksel tanım sağlamak için bir matematiksel hiledir. Matematiksel detaya girmeden önce, finansal pilot dalga modelinin iki önemli özelliğinin altını çizmekte fayda vardır:

(1) Bilgi seviyesinde tüm tacirler bağlıdır. Pilot dalga teorisinin genel formuna göre, eğer fonksiyon  $\varphi(q_1, \dots, q_n)$  faktörlerine ayıramıyorsa (örn.  $\varphi(q_1, \dots, q_n) \neq \varphi(q_1) \dots \varphi(q_n)$ ),  $a_1$  tacirinin  $q_1$  fiyatını değiştirmesi diğer tüm tacirlerin davranışlarını etkileyecektir. Aynı zamanda, klasik ekonomik potansiyel  $V(q_1, \dots, q_n)$  tümüyle yerel olabilir: her bir tacir için ekonomik şartlar bağımsız olabilir. Ancak örneğin  $c \in \mathcal{C}$  normalizasyon sabiti olacak şekilde,  $\varphi(q_1, \dots, q_n) = ce^{i(q_1q_2 + \dots + q_{n-1}q_n)} e^{-(q_1^2 + \dots + q_n^2)}$  ise finansal piyasa içindeki tacirlerin finansal davranışları yerel değildir, durağan ekonomik şartlara rağmen herkes herkesin fiyat değişiminden hemen etkilenebilmektedir.

(2)  $a_j$  tacirlerinin reaksiyonları finansal pilot dalgasının genliğinden bağımsızdır.  $\varphi, 2\varphi, 10000\varphi$  tüm tacirler için aynı etkiyi yapacaktır. Finansal piyasalardaki tacirlerin böyle bir davranışı eğer finansal pilot dalga bilgi dalgası olarak yorumlanırsa çok doğal olacaktır. Bilgi sinyalinin genliğinin bilgi değişimi üzerinde çok büyük bir etkisi yoktur. En önemli detay sinyalin içeriğidir.

### **Finansal Pilot Dalgası ile İlerleyen Fiyat Dinamikleri**

Pilot dalga teorisinin temel postulası şudur; pilot dalga alanı  $\varphi(q_1, \dots, q_n)$ , yeni bir kuantum potansiyeli  $U(q_1, \dots, q_n)$  oluşturur. Geliştirilmiş bir Newton formu olarak:

$$\dot{p} = f + g, \quad f = -\frac{\partial V}{\partial q}, \quad g = -\frac{\partial U}{\partial q} \quad (4.15)$$

Ek finansal kuvvet  $g$ 'i *finansal mental kuvvet* olarak adlandırabiliriz. Bu kuvvet  $g(q_1, \dots, q_n)$  finansal piyasanın bir çeşit kolektif algısını belirler. Tabii ki  $g$  finansal potansiyel  $V(q_1, \dots, q_n)$  tarafından ifade edilen ekonomik ve diğer somut koşullara da bağlıdır. Ancak bu direk bir bağımlılık değildir. Prensipinde, sıfır olmayan finansal mental kuvvet, finansal potansiyelin sıfır olması durumlarında  $V \equiv 0$  finansal pilot dalgası  $\varphi$  tarafından oluşturulabilir. Bu yüzden  $V \equiv 0$  demek  $U \equiv 0$  demek değildir. Piyasa psikolojisi tamamen ekonomik koşullar tarafından belirlenmez. Finansal bilgi dalgalarının oluşması için gerçek ekonomi koşullarında bazı değişimlerin olmasına gerek yoktur. Bunlar mental ve ekonomik dalgaların bir karmasıdır. Ekonomik dalgaların yokluğunda bile, mental dalgalar piyasa üzerinde çok büyük etkiler doğurabilirler (Choustova, 2008).

Standart pilot dalga formülasyonu kullanılarak finansal mental kuvvet için aşağıdaki formül elde edilebilir:

$$\varphi(q) = R(q)e^{iS(q)} \quad (4.16)$$

$R(q)$ ,  $\varphi(q)$ 'in genliğidir.  $S(q)$  ise  $\varphi(q)$ 'in fazıdır. Buna istinaden finansal mental potansiyel şu şekilde hesaplanabilir:

$$U(q_1, \dots, q_n) = -\frac{1}{R} \sum_{i=1}^n \frac{\partial^2 R}{\partial q_i^2} \quad (4.17)$$

ve finansal mental kuvvet:

$$g_j(q_1, \dots, q_n) = -\frac{\partial U}{\partial q_j}(q_1, \dots, q_n) \quad (4.18)$$

Bu formüller farklı genliklerdeki finansal dalgalar tarafından üretilmiş güçlü finansal etkileri ifade etmektedir.

Bu formüle göre güçlü finansal etkiler, büyük dalga genliği değişimlerine sahip finansal dalgalar tarafından oluşmaktadır.

**Örnek 2.** (Choustova, 2008) (Küçük değişimli finansal dalgaların hiçbir etkisi yoktur)  $R \equiv \text{sabit}$  olsun. Dolayısı ile finansal mental kuvvet  $g \equiv 0$  olacaktır.  $R \equiv \text{sabitken}$ ,  $j$ 'nci tacir kendi fiyatı  $q_j$ 'i değiştirerek piyasa algısını değiştiremez.

Sabit bilgi alanı sonuç olarak psikolojik finansal etkiler oluşturamaz. Sabit genlik  $R=1$ ,  $R=10000$  vb herhangi bir finansal etki oluşturamaz.

$R(q) = cq, c > 0$  olsun. Bu lineer bir fonksiyondur ve değişim çok büyük değildir. Sonuç olarak burada da  $g \equiv 0$  olacaktır. Herhangi bir finansal mental etki yoktur.

**Örnek 3.** (Choustova, 2008) (ardışık spekülasyonlar)  $R(q) = c(q^2 + d)$   $c, d > 0$  olsun. Burada  $U(q) = -\frac{2}{q^2+d}$  (genliğe bağlı değil!) ve  $g(q) = \frac{-4q}{(q^2+d)^2}$  dir. Kuadratik fonksiyon lineer fonksiyondan daha güçlü değişir, sonuç olarak bir finansal pilot dalgası finansal mental kuvveti oluşturur.

Tacirlerin satış opsiyonları için böyle bir kuvvet tarafından oluşturulan finansal güdüler analiz edilmiştir. Burada  $q > 0$  ve  $g < 0$  dır. Finansal mental kuvvet  $g$ , tacirin fiyatı düşürmesi konusunda teşvik edecektir. Çok küçük fiyatlar için  $g(q) \approx -4q/d^2$  olacaktır. Eğer tacir hisseler için fiyat  $q$ 'ü artırırsa, finansal mental kuvvetin etkisi çok daha güçlü bir hale gelecektir. Finansal piyasa tarafından o tacirin üzerine fiyatını artırmayı durdurması için baskı yapılacaktır. Ancak yüksek fiyat seviyelerinde,  $g(q) \approx -4/d^3$  olacaktır. Eğer tacir bu fiyat seviyelerine yaklaşırsa, tacir üzerinde finansal piyasanın negatif baskısının azaldığını hissedecektir. Bu model finansal piyasanın ardışık spekülasyon davranışını açıklamaktadır.

**Örnek 4.** (Choustova, 2008)

$R(q) = c(q^4 + b)$   $c, b > 0$  olsun.  $g(q) = \frac{bq-q^5}{(q^4+b)^2}$  Burada tacirin davranışı daha komplikedir.  $q \geq 0$  durumunu düşünelim.  $d = \sqrt[4]{b}$  olsun. Eğer fiyat  $q$ ,  $q=0$ 'dan  $q = d$ 'e değişirse, tacir finansal mental kuvvet  $g(q)$  sayesinde fiyatını artırma konusunda teşvik edilecektir.  $q = d$  fiyat seviyesi tacir için önemli bir noktadır. Psikolojik nedenlerden dolayı bu fiyat seviyesinde tacir artık fiyatını yükseltmenin tehlikeli olacağını hissedecektir.  $q = d$  seviyesinde tacir artık fiyatını düşürme hissine girecektir.

Yüksek derece polinomial  $R(q)$  ile finansal pilot dalgası  $\varphi(q)$  çok kompleks davranışlar doğuracaktır.  $[0, \infty)$  aralığı  $0 < d_1 < d_2 < \dots < d_n < \infty$  alt aralıklarının bir birleşimi olduğu düşünülürse, her bir fiyat seviyesi  $q=d_j$ 'de tacir fiyatı artırma ya da düşürme konusunda davranışını değiştirecektir.

Finansal pilot dalgasının zamana göre çözümü de şu şekilde yapılabilir.  $\varphi(t, q)$ , Schrödinger denkleminin bir çözümü olarak bulunabilir. Enerji için Schrödinger denklemi

$$H(q, p) = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^n \frac{p_j^2}{m_j} + V(q_1, \dots, q_n) \quad (4.19)$$

şu şekli alacaktır:

$$ih \frac{\partial \psi}{\partial t} = - \sum_{j=1}^n \frac{h^2}{2m_j} \frac{\partial^2 \psi(t, q_1, \dots, q_n)}{\partial q_j^2} + V(q_1, \dots, q_n) \psi(t, q_1, \dots, q_n) \quad (4.20)$$

Başlangıç koşulu;  $\psi(0, q_1, \dots, q_n) = \psi(q_1, \dots, q_n)$

Bu yüzden eğer  $\psi(0, q)$  biliniyorsa, Schrödinger denklemini kullanarak  $t$ ,  $\psi(t, q)$  anındaki pilot dalgası bulunabilir. Böylece mental potansiyel  $U(t, q)$ , mental kuvvet  $g(t, q)$  bulunabilir ve Newton eşitliği çözülebilir (Choustova, 2008).

Bu eşitliği finansal pilot dalgası evrimini bulmak için de kullanabiliriz. Bir açıklama da Schrödinger Denkleminde kullanılan  $h$  Planck sabiti için yapılmalıdır. Planck sabiti tüm kuantum denklemlerinde temel bir rol oynar. Enerji değişim süreçlerinde Planck sabiti bir ölçek sabitidir. Çalışmasında yazar da  $h$  Planck sabitini fiyat değişimini ölçmede bir fiyat ölçek parametresi olarak kullanmıştır. Ancak  $h$  için herhangi bir özel değer atamamıştır. Modern finansal piyasada  $h$  için tavsiye edilmiş bazı özel değer ataması yapılabilir, ancak ekonomik gelişmelere bağlı olarak  $h$  değerini de değiştirmek gerekebilir (Choustova, 2008). Khrennikov (2003) finansal çevrede Planck sabitini bir fiyat ölçeklendirme parametresi olarak değerlendirmiştir. Bazı durumlarda bu sabit, faiz oranı ile ekonomik belirsizlik arasında bir ilişki olacak şekilde düşünülebilmektedir (Haven, 2005).

Schrödinger sunumunu kullanarak fiyat ve fiyat değişim operatörlerini şu şekilde tanımlayabiliriz:

$$\hat{q}_j \varphi(q) = q_j \varphi(q) \quad (4.21)$$

$$\hat{p}_j = \frac{h}{i} \frac{\partial}{\partial q_j} \quad (4.22)$$

Fiyat ve fiyat değişim operatörleri kanonik iletişim ilişkileri şu şekilde ifade edilebilir:

$$[\hat{q}, \hat{p}] = \hat{q}\hat{p} - \hat{p}\hat{q} = ih \quad (4.23)$$

Bu fiyat ve fiyat değişim operatörlerini kullanarak finansal faz uzayı üzerindeki tüm  $H(q, p)$  fonksiyonları  $H(\hat{q}, \hat{p})$  operatörü olarak tanımlanabilir:

$$\hat{H} = - \sum_{j=1}^n \frac{\hbar^2}{2m_j} \frac{\partial^2}{\partial q_j^2} + V(q_1, \dots, q_n) \quad (4.24)$$

Sonuç olarak finansal pilot dalga fikrini özetlemek gerekirse;

1. Ekonomik koşullar finansal enerji fonksiyonu  $H(q, p)$ 'i belirler. Standart modelde, ekonomik bağımlılık potansiyel  $V(q_1, \dots, q_n)$  ile verilebilir.
2. Potansiyel  $V(q_1, \dots, q_n)$  ile belirlenen ekonomik koşullar, finansal pilot dalga  $\varphi(q, t)$ 'in evrimini belirler. Bu finansal piyasada tacirler arasındaki bilgi değişimi ile oluşan finansal bilgi dalgasıdır.
3. Finansal pilot dalgası yeni bir finansal potansiyel  $U(q_1, \dots, q_n)$ 'i oluşturur.

$U(q_1, \dots, q_n)$  finansal potansiyel, finansal faz uzayında Hamiltonian denklemleri ile tanımlanan “klasik fiyat evrimi”ne neden olan yeni bir finansal kuvvet oluşturur.

#### 4.7 Bilgi Temelli Firma Performansı Ölçüm ve Değerlendirme Yöntemleri

Bu çalışmanın firma performansını bilgi temelli ölçebilen yöntemlere bir alternatif olabileceği de düşünölmektedir. Bu nedenle literatürde bulunan, bilgi temelli firma değeri ve performansını ölçen ve değerlendiren yöntemler ile ilgili kısaca bilgi vermek önemlidir.

Griliches (1981) çalışmasında Tobin's Q metodunu kullanarak yenilikçiliğin firmanın piyasa değerini pozitif etkilediğini tespit etmiştir. Cockburn and Griliches (1988), Hirschey and Richardson (2001), Bosworth and Rogers (2001), Lanjouw and Schankerman (2004) gibi bu çalışmayı genişleten diğer tüm çalışmalarda yenilikçiliğin firma performansı üzerinde pozitif etkisi olduğunu tespit etmişlerdir.



Canibano ve diğ. (2000), Bollen ve diğ. (2005) yaptıkları çalışmalarda entellektüel varlıkların firmanın borsa performansı üzerinde önemli derecede olumlu bir etkisi olduğu bulmuşlardır. İnsan sermayesi, yapısal sermaye, sosyal sermaye ve R&D dışında kalan entellektüel sermaye unsurlarının (örn. patentler, marka isimleri) firma performanslarının doğrudan ya da dolaylı yollardan etkilediğini tespit ettiler.

Wang ve diğ. (2005) entellektüel sermaye unsurlarının iş performansı üzerine etkisi araştırmışlardır.

Chen ve diğ. (2005) entellektüel sermaye ile şirketlerin piyasa değerleri ve finansal performansları arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Çalışmalarını entellektüel sermayenin kurumsal değer yaratma ve gelişen pazarlarda şirketlerin sürdürülebilir rekabet avantajı oluşturmadaki rolünü anlama konusuna genişletmişlerdir. Çalışmalarında entellektüel sermayenin firmaların piyasa değeri ve finansal performansları üzerinde pozitif bir etkisi olduğunu tespit etmişlerdir.

Huang ve diğ. (2005) çalışmalarında entellektüel sermaye ile firma performansı arasında doğrusal olmayan bir ilişki bulmuşlardır. IT sermayesinin firma performansı üzerinde önemli sayılabilecek bir etkisi olmadığını da tespit etmişlerdir. Ancak, yenilikçilik sermayesi ile IT sermayesi etkileşimini inceledikten sonra bu etkileşimin firma performansı üzerinde pozitif bir etkiye sahip olduğunu vurgulamışlardır.

Tseng ve Goo (2005) yaptıkları çalışmada, entellektüel sermayenin ileri teknoloji piyasasındaki firmaların firma değerlerini ileri teknoloji olmayan piyasalardaki firmaların firma değerlerinden daha fazla etkilediğini göstermişlerdir. Yenilikçilik ve ilişki sermayesi, firma değerini doğrudan ve pozitif bir şekilde etkilemektedir (Market-to-Book değeri, Tobin's Q ve VAIC metotları ile ölçülmüştür). Tersine, insan ve organizasyonel sermaye firma değerini dolaylı ve pozitif bir şekilde etkilemektedir.

Norma (2006), Amerikan ileri teknoloji firmaları arasında yaptıkları çalışmalarda entellektüel sermaye ile girişimcilik arasındaki ilişkiyi bulmaya çalışmıştır. Çalışması sonucunda, yüksek teknoloji firmaların operasyonel performansları dikkate alındığında insan sermayesinin entellektüel sermaye içindeki en önemli faktör olduğunu bulmuşlardır. Eğer firmaların piyasa değerleri dikkate alınırsa entellektüel varlıkları firma için hayati öneme sahiptir.

Greenhalgh ve Rogers (2007) çalışmalarında, firmaların artan ticari marka faaliyetlerini incelemiştirlerdir. Çalışma sonucunda firmaların borsa değerleri firmaların Ar-Ge ve ticari marka faaliyetleri ile pozitif şekilde ilişkili olduğunu ortaya konulmuştur.

Tan ve diğ. (2007) entellektüel sermaye ve firma performansı üzerinde Singapur Borsasına kote şirketler üzerinde yaptıkları çalışma ile pozitif bir ilişki bulmuşlardır. Dumay ve Tull (2007) entellektüel sermaye unsurlarının firmaların borsadaki kağıtlarının anormal getirileri üzerinde etkiye sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Benzer şekilde Yalama ve Çoşkun (2007) İMKB'ye kote bankaların karlılıkları üzerinde entellektüel sermaye performanslarının önemli bir katkıya sahip olduklarını tespit etmişlerdir.

Makki ve Lodhi (2009), Ante Pulic (1998) tarafından geliştirilen VAIC metodunu kullanarak entellektüel sermaye ile ROI arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Chang (2011), entellektüel sermaye ile firmaların borsa performansları üzerinde pozitif bir ilişki bulmuştur.

## **5. YÖNETİM BİLİMİNE KUANTUM YAKLAŞIMININ SUNABİLECEĞİ FARKLILIKLAR**

Kuantum mekaniğindeki Heisenberg'in belirsizlik ilkesi ya da Schrödinger'in dalga denklemleri, yönetim bilimine prototip kuantum yorumları getirme konusunda imkan sağlayacaktır (Overman, 1996; Kiel and Elliott, 1992). Kuhn (1962)'a göre bilim birikimsel bir süreç izlemez, dolayısıyla bilimsel gelişme ya da ilerlemeden değil, ancak bilimsel değişmeden söz edilebilir. Her zaman takip edilen paradigmanın açıklayamadığı hatta çeliştiği aykırılıklar vardır. Aykırılıklar çoğu zaman görmezden gelinir ama eğer bunlar çoğalacak olursa bilim adamlarının yeni paradigmayı kucaklamak için eskisini terk ettikleri bir devrim tetiklenebilir. Bu duruma “paradigma kayması” denir. Kuantum yaklaşımının ortaya çıkmasıyla bir “paradigma kayması” yaşandığı, çeşitli disiplinlerdeki pek çok bilim adamınca dile getirilmektedir (Koç, 2004).

Yönetim biliminde kuantum yaklaşımının yaratacağı paradigma kayması aşağıda verilen noktalarda yaşanacaktır.

### **5.1 Newtoncu Görüşe Alternatif Olma**

Kuantum yaklaşımı, Galileo-Newton anlayışına karşı “beliren” en “güncel” seçenektir. Burada, “güncel” kelimesi özellikle önemlidir. Çünkü, yaklaşık beş yüz yıldır bilimi ve düşünce iklimimizi şekillendiren hakim paradigmaya ilk düzenli karşı çıkma sistem yaklaşımı ile gelmişti. “Dinamiklik”, “geri bildirim”, “açık sistem” gibi kavramları ortaya atan sistem yaklaşımı, kapalı devre kontrol sistemleri için uygun olan bir yaklaşım haline “indirgenerek” deyim yerindeyse ehlileştirilmiştir. Daha sonra çıkan kaos teorisi de benzer bir kadere uğramıştır. “Başlangıç şartlarına bağlılık”, “çekici öğeler” gibi Galileo-Newton evren anlayışının doğrusal ve indirgemeci yaklaşımına meydan okuyan kavramlarla sahneye çıkan teori, dünyadaki kimi olayların düzenli, kimilerinin düzensiz olduğu; düzensiz olayları anlamak için kaosun iyi bir mühendislik ve bilgisayar tekniği olacağı düşüncesi bilim çevrelerinde hakim kılınarak, sistem yaklaşımı ile aynı kadere uğramıştır (Koç, 2004).

Sistem yaklaşımının dinamiklik ve açık sistem kavramları ile kaos teorisinin belirsizlik gibi kavramlarını temel alarak yükselen kuantum yaklaşımı, Newtonian görüşe karşı gelecek vaat etmektedir. Bu çok disiplinli ve bütüncül yaklaşım, yönetim ve organizasyon alanındaki güncel kavramlarla da büyük bir uyum göstermektedir. Organizasyonlar değişime ve rekabete ayak uydurabilmek için kendi iç işleyişlerini yeniden düzenlemekte (re-engineering), bazı faaliyetlerinde dış kaynaklardan yararlanmakta (outsourcing), şebeke (network) organizasyonlar geliştirmekte, sürekli gelişimi sağlamak için takım bazında örgütlenmekte, çalışanları güçlendirmekte (empowerment), öğrenen organizasyon olmaya çalışmakta, öğrendiği bilgiler doğrultusunda örnek edinmeye (benchmarking) gitmektedir. Bu davranışlar, organizasyonları birer “canlı” olarak görebilmeyi kolaylaştırır. Canlılar, “kendi kendilerini uyarlayan kompleks sistemler”dir. Bir ekosistem içinde “birlikte evrim” geçirirler ve “öğrenirler”. Hem kendi içlerinde hem de başka canlılarla oluşturdukları pek çok “şebeke” gözlenir. “Fabrika” ve “makine”, Galileo-Newton anlayışının organizasyonlara yaklaşımını gösteren birer “metafor”dur (Morgan,1998). Aksine kuantum yaklaşımı, organizasyonları anlamak için canlı metaforlar kullanmaktadır. En fazla kullanılan metaforlar, organizma ve beyindir. Organizasyonu canlı bir organizma olarak düşünmek, organizasyonun, değişen çevre şartlarına kendi kendini uyarlayan, kendini örgütleyen ve üreten, başka organizasyonlarla birlikte evrilen dolayısıyla da öğrenen bir açık sistem olduğu sonucunu doğurur (Taşcı, 2000).

İş dünyasını organizasyon ve pazarlardan oluşmuş yapılar olarak gören Newtoncu organizasyon modeli, hiyerarşik ve otoriter bir yönetim tarzını benimser. Temel değerleri ise; kâr, verimlilik ve pazarı kontrol gücüdür. Yine bu organizasyon modeline göre, bir işi yapmanın ancak bir doğru yolu vardır (esnek olmayan yapılanma) ve bu da sistem unsurlarının üzerine tek tek odaklanılarak ortaya konabilir. Kesinlik ve şimdiki zaman esastır, problemler ancak ortaya çıktıktan sonra çözüm arayışı başlar (Wermter, 1996).

Newtoncu anlayış ile kurulan organizasyon performans modelleri, her şey bittikten sonra elde edilen verimlilik, kâr gibi ölçütleri ölçer. Ancak sonuçların oluşmasını etkileyen ve önceden sonuçları keşfetmemizi sağlayacak bilgiyi, ilişkiyi ve etkileşimi ölçmek için kuantum yaklaşımı ile organizasyona yaklaşmak ve performansı bilgi ve ilişki temelinde ölçmek yeni bir bakış açısı olacaktır.

Newtoncu organizasyonlar bugünkü durumlar ile ilgilenir ve problemi ancak ortaya çıktıktan sonra çözmeye çalışırken, kuantum yaklaşımı organizasyonun gelecekteki bilinmeyi tahmin ederek oyunu sürdürmeyi tercih eder (Değirmenci ve Utku, 2000).

## 5.2 Çok Boyutluluk ve Nedenselliğin Yıkılması

Descartes ve Hobbes'un yoğun katkıları ile oluşan, bir bütünü kendisini meydana getiren parçalara ayırarak incelemeyi öneren "analitik yöntem"e göre modern dünyada; gelecek öngörülebilirdir, değişim vardır ve bu doğrusaldır, yapımına katılmadığımız, sadece gözlemcisi olduğumuz nesnel (dışsal) bir gerçeklik vardır, bugün burada geçerli olan her zaman her yerde geçerlidir (Taşcı, 2000). Fizik yasalarının sayesinde bundan sonra herhangi bir müdahaleye ihtiyaç yoktur. Yasalar anlaşıldı mı, evren de anlaşılabilir olur (Şengör, 1999).

Kuantum paradigması, tek boyutlu nokta anlayışı yerine, zaman ve mekân boyutlarında sistem, süreç, olay ve olguları çok yönlü, karmaşık ve süreksiz durumlar şeklinde ele almaktadır (Okçu ve Dulupçu, 2000).

Yönetim biliminde; tüketici dengesi, üretici dengesi, firmanın iç ve dış dengesi, tam rekabet dengesi, monopol, düopol, oligopol piyasalarındaki aksak rekabet dengeleri ile denge durumunun varlığını belirleyen koşullar ile ilgili yapılan denge analizlerinin ve ekonomik çözümlerinin hepsi, denge noktasına ilişkin noktasal çözümler olup, bu analizlerin zaman ve mekan boyutları yoktur. Başka bir deyimle, ekonomik modeller; boyutsuz olan, nokta durumundaki statik neden-sonuç analizleri olarak formüle edilmiştir (Erkan ve Erkan, 2007).

Kuantum dünyasında; tek yönlü noktasal nedensellikten, çok boyutlu ağ etkileşimine dayalı, dinamik sistem ve süreçlere geçiş yaşanmıştır. Dinamik sistem ve süreçler, kaçınılmaz olarak zaman ve mekan boyutları içinde yapılanmış çoklu unsurların karşılıklı etkileşimine dayalı, canlı, yaşayan ve sürekli değişen, üstelik yaşananlardan sürekli öğrenen ve öğrendiğini sistem ve sürece yeniden katan bir işleyişe sahiptir (Erkan ve Erkan, 2007). Kuantum yaklaşımı yeni olarak, incelenen olay veya olgunun bir anlık, tek noktadaki neden sonuç ilişkisini değil, olay veya olguyla ilgili tüm akış ve işleyiş, bağlantılı kurum ve insanları, başta araştırmacının olaya ilişkin sezgilerini de modelleyerek; dinamik ve çoklu boyutlu bir yaklaşım sunacaktır.

Kuantum Teorisi'nin “her şey başka şeylerle ilişki halindedir ve ilişkiler sürekli değişmektedir, değişim belirsizliği doğurmaktadır” anlayışı, doğayı anlamak ve açıklamakla ilgili radikal ölçüde farklı bir yaklaşımın doğmasına neden olmuştur (Koçel, 2003). Heisenberg'in ‘belirsizlik teorisi’nde modern bilim tarafından yüzyıllarca bir doğa yasası olarak kabul edilmiş olan nedensellik ilkesinin sorgulanması söz konusudur. Teori sonucunda atom altı parçacıklara gidildikçe kesinlik ve nedenselliğin arttığını kabul eden modern bilimin varsayımlarını değiştirmiştir. Kuantum teorisine göre, maddenin daha küçük birimlerine gidildikçe kesinlik ve nedensellik artmamakta, azalmaktadır (Türkdoğan, 1989).

Günümüz yönetim stratejilerinin nedensellik ve kesin çözüm önerilerinin, şirketlerin önlerini açmada yetersiz kaldığı ortadadır. Kesinlik temeli üzerine kurulu strateji ve teorilerin ömrü çok kısa süreli olmaktadır. Bu yüzden kuantum yaklaşımının sunduğu karşılıklı, dönüşlü, kesikli, belirsiz, karmaşık ve çok yönlü etkileşimleri göz önünde bulunduran kuantum temelli stratejiler kullanılmalıdır.

### **5.3 Tamamlayıcılık İlkesi**

Kuantum teorisinin “Belirsizlik” ve “Tamamlayıcılık” ilkeleri (parça/dalga ikiliği modeli) yaşama farklı yollardan bakma şansı veren ilkeler olarak görülebilir. Tamamlayıcılık İlkesi'nde birbirleriyle zahiren çelişkili gibi görülen durumların (dalga ve parçacık olmak gibi) bir arada olabileceğini önermesinden yola çıkarak bir analogi kurulabilir (Değirmenci ve Utku, 2000). Newton fiziğindeki gibi maddenin sadece parçacık yanı olsa idi, bu parçalar bazen yeni kombinasyonlar oluşturur, ancak maddenin gerçek doğası değişmezdi, dünya yaratıcı olmazdı. Oysa kuantum sistemlerde parçalar ve dalgalar halindeki etkileşimler gerçek bir evrim, dönüşüm ve yaratıcılık sunar. Kuantumcu düşünüşe göre yapılanmış organizasyonlar kendi aralarında da birbirleriyle ilişki ve etkileşim içindedirler, esnek ve yaratıcıdır. Bu yaratıcılıkları, organizasyondaki çalışma birimlerinin ilişkiler kurarak kendi toplamlarından daha büyük sistemler oluşturma becerilerinden ve tahmin edilemeyen durumlara karşı geliştirdikleri esnek düşünüp davranabilme yeteneklerinden gelir (Değirmenci ve Utku, 2000).

Doğada, bütün kompleks sistemler bir takım benzerlikler göstermektedir. Her birinin etkileşim halinde bağımsız “ajanları” vardır (bir ajan ekonomideki tek bir firma olabileceği gibi bir tren garındaki hamal da olabilir). Bu ajanlar uyum sağlama, birbirlerini tamamlama ve birbirlerine tepki verme eğilimindedir. Güç merkezileşmemiştir, hiçbir ajan tüm yetki ve sorumluluğa sahip değildir (Koç, 2004).

Bir sistemin her bir düzenleyicisi (ajanı), o sistemin bir modeli olmak zorundadır (Conant ve Ashby, 1970). Schoonhover ve diğ. (2005)’ne göre geleneksel organizasyonel modeller, ajanların birbirlerini tamamlamasını açıklamada başarısız olmuşlardır. Bu modeller, organizasyonun gerçek durumunu anlamak için yeterli olmamaktadırlar (Levine & Moreland, 1998). Geleneksel modeller organizasyonun sonuçlarını doğru tahmin etme ya da kontrol etmede kullanılamazlar (Weick & Quinn, 1999). Kuantum teorisinin sahip olduğu tamamlayıcılık ilkesi, organizasyonları oluşturan ajanların ne ölçüde birbirlerini tamamladığını ve organizasyonların gerçek durumlarını anlamada geleneksel yöntemlere göre daha doğru ve başarılı yöntem geliştirme imkanı verebilecektir.

#### **5.4 Kapsayıcılık**

Kuantum fiziği ile klasik fizik arasındaki ilkeler ve yasalar çelişkili olmasına rağmen kuantum fiziği yasalarından klasik fizik yasaları elde edilebilmektedir. Yani mikro dünyanın birleştirilmesi ile makro dünya hakkında bilgiler elde edilebilmektedir. Bu tersinir olmayan bir geçiştir. Yani makro dünya (klasik fizik) yasalarından mikro dünya (kuantum fiziği) yasaları elde edilememektedir.

Bu tespitten hareket ile geleneksel yönetim yaklaşımları ile elde edilen sonuçlar kuantum yaklaşımı ile de elde edilebilecektir ama kuantum yaklaşımının yönetim bilimine sunacağı faydalar geleneksel yöntemler ile elde edilemeyecektir.





## **6. MODEL**

Çalışmada kullanılan model Schrödinger dalga denklemine dayanmaktadır ama öncesinde organizasyonların atom gibi çalıştığı düşüncesi üzerine bina edilen bir çalışma olduğunu unutulmamalıdır. Bu nedenle öncelikle atom modellerinin tarihi gelişimi ve geldiği son noktayı vurgulamak önemlidir. Çünkü çalışmadaki tüm analogiler atom modelinde faydalanılarak kurulmuştur.

### **6.1 Atom Modelleri**

#### **6.1.1 Thomson modeli (1898)**

1898 yılında J.J.Thomson, atomları, içlerinde elektronlar gömülü olan pozitif yüklü düzgün maddesel küreler olarak varsaydı. Model bu şekliyle bir karpuzu ya da bir üzümlü keki andırmaktadır. Bu modelin ömrü 13 yıl sürmüştür.

#### **6.1.2 Rutherford modeli (1911)**

1911 yılında Rutherford'un önerisi ile Geiger ve Marsden, radyoaktif elementler tarafından salınan hızlı alfa parçacıklarını ince altın yaprağı üzerine göndererek bir deney yaptılar. Deney sonucunda alfa parçacıklarının çoğunun yaprak içinden doğrudan geçtiğini ve çok az bir kısmının ise sapmalara uğradığını belirlediler. Bu durum Thomson modelinin yanlışlığını ortaya koymaktaydı. Bundan yola çıkarak Rutherford yeni bir atom modeli geliştirdi. Bu modele göre; atomun merkezinde pozitif yüklü çekirdek, çekirdek çevresinde, çekirdekten oldukça uzak yörüngelerde dolanan elektronlar vardır. Bu modele uydu modeli de denmektedir. Klasik elektrodinamiğe göre çekirdek çevresinde ivmelenen elektron, ışımaya yaparak (enerji kaybederek) hızla çekirdeğe düşmelidir. İşte bu durumu model açıklayamamıştır.

#### **6.1.3 Bohr modeli (1913)**

Kuantum kavramını atom modeline ilk katan kişi Niels Bohr oldu. 1913 yılında üç postülayı (Bohr postülaları) temel alan bir model geliştirdi. Bohr modeli, tek elektronlu atomlara uygulanabilmektedir. Bu modele göre elektron çekirdek çevresinde kararlı ve kuantumlu yörüngelerde hareket etmektedir. Bu durumda

yarıçap, hız ve enerji kuantumludur. Elektron bir seviyeden başka bir seviyeye geçebilir. Bu geçişte ışımaya yapar veya soğurur.

#### **6.1.4 Kuantum modeli (1924)**

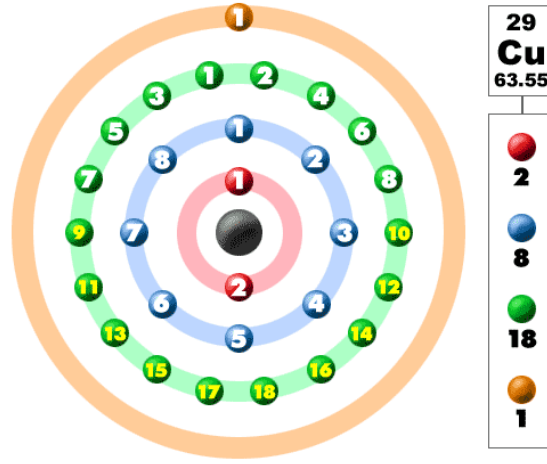
Bohr atom modeli çok elektronlu atomları açıklayamamaktadır. 1920'li yıllarda geliştirilen kuantum fiziği, çok elektronlu atomları da kapsayacak şekilde, bir modern atom modeli oluşturdu. Kuantum fiziği, maddenin ikili karakterinden söz eder ve olasılıklara dayalıdır. Buna göre, çekirdek çevresindeki elektronlar, enerji seviyeleri denilen bir olasılık bulutu içinde hareket ederler. Çekirdek çevresinde belirli bir yol yoktur. Elektronlara eşlik eden dalganın Schrödinger denklemi yazılıp çözümlenerek atom hakkında teorik bilgi elde edilir. Schrödinger dalga fonksiyonu modeli elektronun belirli bir konumda bulunma olasılığını gösterir.

## **6.2 Analogiler**

Çalışma içinde kullanılacak model temelde atom/çekirdek yapısı ile organizasyon arasında kurulan analogilere dayanmaktadır. Modelin bazını oluşturacak temel analogiler şunlardır:

- **Atomun yapısı  $\approx$  Organizasyon yapısı**

Atomun yapısı ile organizasyon yapısı benzeşmektedir. Atom çekirdeği çevresinde belirli enerji seviyelerine göre dizilmiş elektronlar bulunmaktadır. Her bir elektronun bulunduğu enerji yörüngesine göre çekirdeğe olan uzaklığı bilinebilmektedir. Ayrıca her bir enerji seviyesindeki elektronlar eşit enerjilidir. Özellikle Fransa'da organizasyon teorisi ile ilgili yapılan ilk çalışmalarda organizasyon bir piramit şeklinde değil de aynen atom yapısı gibi bir hiyerarşik daireler şeklinde modellenmişti. Bu açıdan bu çalışma aslında organizasyon teorisinin temellerine de bir gönderme yapmaktadır. Belki de bir organizasyonu tasvir etmede doğru yol gerçekten de dairesel tariflemekten geçebilir.



**Şekil 6.1 :** Atomun yapısı.

Organizasyonda da tüm birimler görev tanımlarına göre organizasyon merkezine belirli seviye uzaklıkta (ünvanlarda) bulunmaktadır. Aynı ünvanda bulunan kişilerin benzer karar verme yetkilerinin ve fikirlerinin bulunması aynı yörüngede bulunan elektronların eşit enerjili olmasına benzemektedir.

- **Atom Çekirdeği  $\approx$  Kurum DNA'sı**

Uzun yıllar atom, maddeyi oluşturan en küçük parçacık sanılmıştır. 1910'lu yıllarda atomunda bir içyapısı olduğu, içinde çekirdek denen yoğun bir kısımla, onun etrafında yörüngelerde dolanan elektronlardan ibaret olduğu anlaşıldı.

Standart ve prensipler, misyon, vizyon ve stratejiler, stratejik amaç ve hedefler, hissedar sorumlulukları, iş kuralları, performans indikatörleri ve ölçüm metotları kurum DNA'sını oluşturan özelliklerdir (Casaubon, 2006). Kurumsal DNA'yı oluşturan bu değerler organizasyonun karakteristiğini belirleyen ve diğer organizasyonlardan ayıran temel özelliklerdir ve organizasyonun merkezinde bulunur. Bu değerler etrafında tüm birim ve çalışanlar bir arada bulunurlar. Hem örgütsel bağlılığı, hem de işi kavramayı geliştirmek amacıyla yöneticiler ve çalışanlar için misyon ve vizyon ifadelerinin önemli bir rol üstlendiği söylenebilir (Köseoğlu, 2008). Armstrong (2005) temel yetkinliklerin organizasyon içinde insan stratejilerinin tasarlanmasını destekleyeceğini, sonucunda da daha yüksek iş performans seviyesi, daha iyi iş tatmini, bağlılık ve esneklik olacağını vurgulamıştır.

- **Elektron  $\approx$  Fikir**

Çekirdek çevresinde belirli yörüngelerde dolaşan elektronlar ile organizasyon içinde belirli görev tanımlarında bulunan çalışanlara ait fikirler benzeşmektedir. Elektronlar

buldukları yörüngelerde nasıl belirli bir enerjiye sahipse, organizasyon içinde bulunan çalışanlar da sahip oldukları görev tanımlarına göre belirli güç ve bilgi üretme yeteneğine sahiptirler. Elektronların sahip oldukları enerji, o atomun enerjisinin belirlenmesinde etkense, çalışanların sahip oldukları fikir ve bilgi de organizasyona enerji verecektir.

Cleveland (1982) bilgiyi, gerçeklerin ve fikirlerin toplamı olarak tanımlamıştır. Fikir, metne veya söze döktüğü andan itibaren bilgi haline gelmektedir. Fikir tek başına nakledilemez, ancak bilgi halinde nakledilebilirler. Fikir ile bilgi arasındaki ilişki 3.6 nolu başlık altında detaylıca açıklanmıştır.

- **Enerji Yörüngesi  $\approx$  Organizasyonel Seviye**

Atom çekirdeği etrafında elektronlar belirli olasılıklar ile belirli bölgelerde bulunurlar. Bu olasılık yoğunluğunun grafiğine kutupsal grafik denir. Düzlemsel ya da üç boyutlu kutupsal grafikler, yörüngeye yerleşmiş elektron bulutlarını temsil eder. Atom çekirdeğine yakınsa enerji seviyelerinde bulunan elektronlar daha kararlı durumda bulunurlar. Bu elektronların atomdan kopartılmaları daha zordur.

Organizasyon içinde çalışan kişiler de organizasyon içinde belirli hiyerarşik seviyelerde çalışmaktadır. Ada ve Alver (2008) yaptıkları çalışmada beyaz yakalı personelin normatif ve duygusal bağlılık konusunda mavi yakalılara göre organizasyona daha bağlı olduklarını tespit etmiştir. Yönetici pozisyonunda bulunan kişiler, buldukları organizasyona daha bağlı kalmaktadırlar (Özkaya ve diğ., 2006, Cohen ve Hudecek, 1993).

- **Potansiyel Enerji  $\approx$  Organizasyondaki Stratejik İşler**

Bohr atom modeline göre, bir elektronun potansiyel enerjisi; çekirdek ile elektron arasındaki uzaklık ile ( $r$ ) ters orantılıdır. Elektronun potansiyel enerjisi çekirdekten uzaklaştıkça azalır.

$$V(r) = -ke^2/r \quad (6.1)$$

Formül içindeki (-) işaret sembolik negatifliktir, tamamen o elektronun kararlılığını ve çekirdekten kopartılma zorluğunu göstermektedir. Organizasyonlarda da organizasyon merkezine yaklaştıkça stratejik işler artar, bu işler ile ilgili alınan kararlar organizasyonu etkileme anlamında daha büyük potansiyeller taşırlar.

- **Bohr Tümleneyicilik İlkesi  $\approx$  Organizasyon İçinde Fikrin Yayılması**

1928 yılında Niels Bohr; elektromanyetik ışınımın dalga ya da parçacık görünümünün birbirini tümlediğini belirtti. Bu durum kuantum mekaniğinde, dalga ve taneciğin birlikte hareket ettiği şeklinde ifade edilmektedir.

Organizasyon içinde üretilen proje fikirleri ve bilgiler birer tanecik olarak sadece üreten/sahip olan kişi ile kalmazlar. Organizasyon içindeki farklı hiyerarşik seviyelerde çalışan kişileri de etkilerler, bir dalga gibi onları da içine alacak şekilde yayılırlar.

### 6.3 Notasyonlar

Uygulama sırasında kullanılacak notasyonlar şunlar olacaktır:

**Çizelge 6.1 : Notasyon tablosu.**

Notasyon	Açıklama	Ölçü
$v_n$	Fikrin hızı	$m/sn$
$f$	Frekans	$1/sn = \text{hertz}$
$\lambda$	Dalga boyu	$m$
$A$	Genlik	$m$
$e$	Elektronun elektrik şarjı	$C$
$k$	Coulomb sabiti	$Nm^2C^{-2}$
$\epsilon_0$	Vakum geçirgenlik sabiti	$Fm^{-1}$
$m$	Fikrin kütlesi	$\$$
$m_H$	Fikrin kütlesi	$gr$
$t$	Proje süresi	$sn$
$x$	Konum durumu	$m$
$E$	Enerji	<i>Joule</i>
$V_n$	Fikrin potansiyel enerji	<i>Joule</i>
$h$	Planck sabiti	<i>Joule sn</i>
$\hbar$	İndirgenmiş Planck sabiti	<i>Joule sn</i>
$r_n$	Fikrin yarıçapı	$m$
$\psi$	Schrödinger dalga denklemi	

## 6.4 Kabuller

- **Proje fikirleri, organizasyon içinde dalga şeklinde yayılırlar.**

Dalga hareketi, ortamın veya uzayın bir noktasında oluşan titreşim hareketinin ortamda veya uzayda yayılması olarak tanımlanır. Ancak bu yayılma esnasında, teorik olarak ortamın veya uzayın bir parçasının taşınması söz konusu değildir.

Organizasyon içinde üretilen fikirler içeriğine ve amacına göre organizasyonun çeşitli hiyerarşik seviyelerini içine alacak şekilde yayılırlar. Bu yayılım esnasında, fikir üretildiği hiyerarşik noktadan taşınması söz konusu değildir. Fikir üretildiği hiyerarşik seviyeye aittir, yayılım gösterdiği diğer seviyeler bu fikirden etkilenirler. Proje fikrinin bu nedenle bir genliği oluşmuş olur. Genlikten kastedilen fikrin hiyerarşik seviyeler arasında gidip gelmesi değil, fikrin (üretildiği seviyeye ait kalacak şekilde) etkilediği hiyerarşik seviyelerin sayısıdır.

- **Proje fikirlerinin periyodu; başlangıç tarihi ile kontrol fazının bitirilmesi arasında geçen geçen süredir. Frekans, periyodun tersidir.**

*f; Frekans  $\lambda$ ; Dalga Boyu*

Frekans veya titreşim sayısı bir olayın birim zaman (tipik olarak 1 saniye) içinde hangi sıklıkla, kaç defa tekrarlandığının ölçümüdür, matematiksel ifadeyle periyodun çarpmaya göre tersidir. Frekans, Hertz (Hz) ile gösterilir. İki yineleme arasında geçen süreye periyot denir ve fizikte genellikle T ile gösterilir.

$$f = \frac{1}{T} \quad (6.2)$$

Bir dalganın frekansı, dalgaboyuyla ilişkilidir. Dalganın dalgaboyuyla frekansının çarpımı, o dalganın hızını belirler. Özel bir durum olarak elektromanyetik bir dalga olan ışık boşlukta ışık hızıyla hareket ettiği için bu denklem

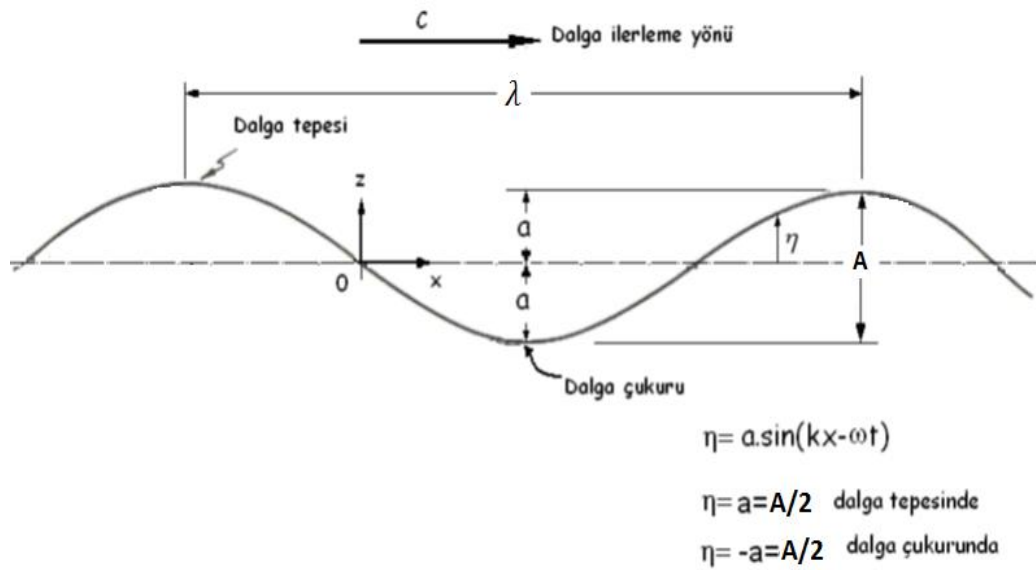
$$f = \frac{v}{\lambda} \quad (6.3)$$

ifadesine dönüşür. Dalgalar bir ortamdan başka fiziksel yoğunluğa sahip bir ortama geçtiklerinde frekansları değişmez ancak hızları ve dolayısıyla dalga boyları değişir.

- **Proje fikirleri, üretildikleri hiyerarşik seviyeden diğer seviyeleri de etkileyecek şekilde bir genliğe sahiptirler.**

*A; Genlik*

Genlik, dalgalarının dikey büyüklüğünün ölçüsüdür. Dalganın en yüksek noktası ile sıfır noktası arasında ki niceliktir. Dalganın denge konumundan itibaren maksimum yer değiştirmesine denir. Enerjinin miktarı, dalgadaki titreşim genliğine bağlıdır. Eğer dalgaya fazla enerji yüklenirse, dalga daha büyük bir genliğe sahip olur. Dalga genliği ne kadar fazla ise taşınan enerji de o kadar fazladır.



**Şekil 6.2 : Dalga hareketi.**

Organizasyon içinde üretilen fikirler, içeriğine ve amacına göre üretildikleri organizasyon seviyesinden alt seviyeleri etkilemesi gerekebilir. Fikir üretildiği hiyerarşik seviyeye aittir, ancak yayılım gösterdiği diğer seviyeler bu fikirden etkilenirler. Bu nedenle hiyerarşik seviyelerin sayısına göre fikrin bir genliği oluşacaktır. Genlikten kastedilen fikrin hiyerarşik seviyeler arasında gezinmesi değil, fikrin (üretildiği seviyeye ait kalacak şekilde) etkilediği hiyerarşik seviyelerin sayısıdır. Fikirden etkilenen çok hiyerarşik seviye varsa genlik o kadar büyük olacaktır. Örneğin yönetim kurulu tarafından üretilip uygulanması için müdür seviyesine indirilen bir fikrin genliği, hiyerarşik uzaklık olarak yönetim kurulu ile müdürlük arasındaki uzaklık kadar olacaktır.

- **Proje fikrinin uygulanması sonucunda organizasyona sağladığı parasal faydanın büyüklüğü o proje fikrinin büyüklüğünü temsil eder.**

*m: Kütle*

Kütle, bir cismin özündeki niceliklerin ölçüsüdür, madde miktarıdır. Kütlenin bir özelliği de konumunun varlığıdır. Yani, kütle insanlar tarafından yoktan var edilemez ve mevcut olan da yok edilemez. Ancak bu enerjiye çevrilebilir. Yani, yeni bir kütle veya enerji ortaya konulamaz ancak birbirine çevrilir. Einstein özel izafiyet teorisinde (1905) bir cismin enerjisi arttıkça kütesinin büyüyeceğini öne sürmüştür. Bu, daha sonra, deneylerle de gerçekleştirilmiştir. Buna göre, bir cismin, enerjisi arttıkça, kütlesi de artar. Mesela, bir cisim ışık hızına yakın bir hızla hareket ederse, onun kinetik enerjisi ve dolayısıyla kütlesi artacaktır. Ancak bu değişimler normal hızlarda oldukça düşüktür. Önemli farklar, cismin hızının ışık hızı ile mukayese edilebilecek seviyede olması halinde ortaya çıkar.

Singh (2011) çalışmasında ekonomik varlıklar ile fizik arasında bir ilişki kurmuştur. Newton'un ikinci yasasına göre “kuvvet bir cismin kütlesi ile ivmesinin çarpımına eşittir”,  $F = m \times a$  ya da  $F = m \times g$ . Singh'e göre eğer kuvvet talep ise, kütle fiyat ya da paraya karşılık gelirken ivme de elde etme arzusunun karşılığı olacaktır.

- **Proje fikirlerinin organizasyonun gidişini değiştirecek bir gücü vardır, bu yüzden fikirlerin momentumları hesaplanabilir.**

*p: Momentum*

Momentum bir cismin çarpma gücüdür. Bir cismin çarpma gücü kütlesiyle ve hızıyla artar ve azalır.

$$\vec{p} = m \cdot \vec{v} \quad (6.4)$$

Organizasyon içinde üretilen fikirlerin parasal ve stratejik önem olarak organizasyona bir etki gücü vardır. Fikirlerin parasal (kütleli) ve hızsal büyüklükleri hesaplanarak organizasyona etki güçleri de hesaplanabilir.



## 6.5 Formülasyon ve Sabitler

- **Planck'ın Kuantum Hipotezi (1905)**

Planck'a göre bir fotonun enerjisi, ışığın kuantum dalga paketinin frekansı  $f$  (ya da açısal frekansı  $\omega = 2\pi f$ ) ile orantılıdır.  $h$ , Planck sabiti olacak şekilde bir fotonun enerjisi aşağıdaki formül ile ifade edilebilir.

$$E = hf = \hbar\omega \quad (6.5)$$

- **De Broglie Hipotezi (1924)**

De Broglie'nin hipotezine göre her parçacık bir dalga ile hareket eder, bu dalgalara kuantum mekaniğinde Schrödinger dalgası ya da olasılık dalgası da denir. Tek boyutta böyle bir dalganın momentumu ( $p$ ) parçacığın dalga boyu ( $\lambda$ ) ile ilişkilidir.

$$p = \frac{h}{\lambda} \quad (6.6)$$

Üç boyutta ise,  $k$  dalga vektörü olacak şekilde;

$$p = \frac{h}{\lambda} = \hbar k \quad (6.7)$$

- **Planck Sabiti ( $h$ )**

$$h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ Js} \quad (6.8)$$

- **İndirgenmiş Planck Sabiti ( $\hbar$ )**

$$\hbar = \frac{h}{2\pi} = 1,055 \cdot 10^{-34} \text{ Js} \quad (6.9)$$

- **Elektronun Elektrik Şarjı ( $e$ )**

$$e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C} \quad (6.10)$$

- **Coulomb Sabiti ( $k$ )**

$$k = 8,98 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2\text{C}^{-2} \quad (6.11)$$

- **Vakum Geçirgenlik Sabiti ( $k$ )**

$$\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Fm}^{-1} \quad (6.12)$$

- **Fikrin kütlesi**

Hidrojen elektronun kütlesi aşağıda belirtilmiştir.

$$m_H = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ gr} \quad (6.13)$$

Hidrojen atomu, en basit atom ve Coulomb potansiyeli küresel simetrik olduğu için dalga modelinin en basit uygulamasını oluşturmaktadır. Bu nedenle fikrin kütlesi için hidrojen atomuna kütle değeri baz alınmıştır. Üretilen fikirlerin organizasyona 12 ay sonunda sağladığı parasal fayda o fikri para cinsinden kütesini ifade etmiştir.  $m_H$ , hidrojen atomunun kütlesi olacak şekilde hesaplanacaktır.

$$m = \text{Parasal değer} \cdot m_H \quad (6.14)$$

- **Schrödinger Dalga Fonksiyonu (1925)**

Dalga fonksiyonu parçacığın herhangi  $t$  anında nerede olacağını söyleyen fonksiyondur. Buradaki kritik nokta olabilirliktir. Bu, dalga fonksiyonunun bir de “olasılık fonksiyonu” olarak anılmasına neden olmaktadır. Dalga fonksiyonu içinde sistemin bütün olası durumlarını barındırır. Schrödinger bir dalgaya ait faz faktörünü şu şekilde göstermiştir:

$$\psi = A e^{i(kr-wt)} \quad (6.15)$$

Faz faktörünün zamana göre türevi;

$$\psi = A e^{i(kr-wt)} \quad (6.16)$$

$$\frac{\partial \psi}{\partial t} = -i\omega A e^{i(kr-wt)} \quad (6.17)$$

Enerji denklemini  $\psi$  çarparsak Schrödinger'in denklemine ulaşırız.

$$E = \frac{p^2}{2m} + V \rightarrow E\psi = \frac{p^2}{2m}\psi + V\psi \quad (6.18)$$

$$i\hbar \frac{\partial \psi}{\partial t} = -\frac{\hbar^2}{2m} \frac{\partial^2 \psi}{\partial t^2} + V(x, t)\psi \quad (6.19)$$

Atom içinde bir elektron durum için durum fonksiyonu yarıçapa bağlı olacak şekilde şu şekilde ifade edilir:

$$\psi(\vec{r}, t) \quad (6.20)$$

Elektron için ifade edilen bu fonksiyonu zamana bağlı Schrödinger dalga denklemi içine yerleştirirsek, aşağıdaki eşitlik bulunur.

$$i\hbar \frac{\partial \psi(\vec{r}, t)}{\partial t} = -\frac{\hbar^2}{2m} \frac{\partial^2 \psi(\vec{r}, t)}{\partial t^2} + V(\vec{r})\psi(\vec{r}, t) \quad (6.21)$$

Bu denklemin özdeğeri;

$$E\psi(\vec{r}) = -\frac{\hbar^2}{2m} \nabla^2 \psi(\vec{r}) + V(\vec{r})\psi(\vec{r}) \quad (6.22)$$

Elektronun, protondan kaynaklanan potansiyeli şu şekilde ifade edilebilir:

$$V(\vec{r}) = V(x, y, z) = -\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}} = -\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r} \quad (6.23)$$

$$\psi(x, y, z) = \psi(r, \theta, \phi) \quad (6.24)$$

$$\nabla^2 \equiv \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2} \quad (6.25)$$

$$\nabla^2 = \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left( r^2 \frac{\partial}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2 \sin\theta} \frac{\partial}{\partial \theta} \left( \sin\theta \frac{\partial}{\partial \theta} \right) + \frac{1}{r^2 \sin\theta} \frac{\partial^2}{\partial \phi^2} \quad (6.26)$$

Yukarıdaki dönüşümü ve elektronun potansiyelini Schrödinger denkleminin içine yerleştirirsek;

$$\begin{aligned} & -\frac{\hbar^2}{2m} \left( \frac{\partial^2 \psi(r, \theta, \phi)}{\partial r^2} + \frac{2}{r} \frac{\partial \psi(r, \theta, \phi)}{\partial r} + \frac{1}{r^2 \sin\theta} \frac{\partial}{\partial \theta} \left( \sin\theta \frac{\partial \psi(r, \theta, \phi)}{\partial \theta} \right) \right. \\ & \left. + \frac{1}{r^2 \sin\theta} \frac{\partial^2 \psi(r, \theta, \phi)}{\partial \phi^2} \right) - \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r} \psi(r, \theta, \phi) = E\psi(r, \theta, \phi) \end{aligned} \quad (6.27)$$

Eğer bu denklemi sadece  $r$ 'e bağlı olarak çözersek,

$$\frac{d^2\psi(r)}{dr^2} + \frac{2}{r} \frac{d\psi(r)}{dr} + \frac{2mke^2}{\hbar^2 r} \psi(r) = -\frac{2m}{\hbar^2} E \psi(r) \quad (6.28)$$

$$\frac{d^2\psi(r)}{dr^2} + \frac{2}{r} \frac{d\psi(r)}{dr} = -\frac{2m}{\hbar^2} \left( E + \frac{ke^2}{r} \right) \psi(r) \quad (6.29)$$

$$\frac{2}{r} \frac{d\psi(r)}{dr} = -\frac{2m}{\hbar^2} \frac{ke^2}{r} \psi(r) \quad (6.30)$$

$$\frac{d\psi(r)}{dr} = -\frac{mke^2}{\hbar^2} \psi(r) \quad (6.31)$$

$$\frac{d^2\psi(r)}{dr^2} = -\frac{2m}{\hbar^2} E \psi(r) \quad (6.32)$$

$$\left( -\frac{2mE}{\hbar^2} \right)^{1/2} = \frac{mke^2}{\hbar^2} \quad (6.33)$$

$$\left( -\frac{2mE}{\hbar^2} \right) = \frac{m^2 k^2 e^4}{\hbar^4} \quad (6.34)$$

$$E = -\frac{k^2 m e^4}{2\hbar^2} \quad (6.35)$$

Schrödinger dalga denkleminde göre elektronun enerjisi bu şekilde bulunmuş olur. Bu denklem, Bohr tarafından bulunmuş enerji denklemi ile birebir aynı sonuçları bulmaktadır.

Bohr tarafından geliştirilen enerji denklemi şudur:

$$E = -\frac{m_H e^4}{8\epsilon_0^2 \hbar^2} \quad (6.36)$$

Bu eşitliği göstermek için hidrojen atomunun değerlerini kullanırsak:

Schrödinger denkleminde göre;

$$\begin{aligned} E &= -\frac{k^2 m_H e^4}{2\hbar^2} = -\frac{(8,98 \cdot 10^9)^2 \cdot (9,11 \cdot 10^{-31}) \cdot (1,602 \cdot 10^{-19})^4}{2 \cdot (1,055 \cdot 10^{-34})^2} \\ &= -2,179 \cdot 10^{-18} J = -13,6 eV \end{aligned}$$

Bohr enerji denklemine göre;

$$E = -\frac{m_H e^4}{8\varepsilon_0^2 h^2} = -\frac{(9,11 \cdot 10^{-31}) \cdot (1,602 \cdot 10^{-19})^4}{8 \cdot (8,85 \cdot 10^{-12})^2 \cdot (6,62 \cdot 10^{-34})^2} = -2,179 \cdot 10^{-18} J$$
$$= -13,6 eV$$

$$E_n = E_1 \left( \frac{1}{n^2} \right) \quad n = 1,2,3, \quad (6.37)$$

- **Orbital Sayısı**

Atom için orbital sayısı  $n$  ile ifade edilir. Çalışma içinde  $n$ , organizasyonel seviyeyi gösterecektir.

- **$v$ : Hız (m/sn)**

Elektronun çekirdek etrafında kararlı bir yörüngede dolabilmesi için, elektron üzerine etkiyen Coulomb çekim kuvveti ile merkezci kuvvetin eşit olması gerekmektedir. Bu iki kuvvetin eşitliğinden elektronun çekirdek etrafındaki hızı için;

$$v_n = \left( \frac{ke^2}{mr_n} \right)^{1/2} \quad (6.38)$$

ifadesi bulunur. Buradaki  $k = 8,99 \cdot 10^9 N m^2 C^{-2}$  ile verilen Coulomb sabitidir.

Organizasyon içinde fikirler, bulunduğu organizasyonel seviyeye göre  $v_n$  hızı ile yayıldığını kabul edilmiştir.

- **Fikrin yarıçapı (m)**

Bohr atom modeli hidrojen atomuna başarıyla uygulanabilmektedir. Bu modele göre elektronun yörünge yarıçapı da kuantumlanır. Hidrojen elektronun Bohr yapı çapı:

$$r_n = \left( \frac{h^2}{4\pi^2 m k e^2} \right) \cdot n^2 \quad (6.39)$$

$n = 1$  için birinci yörüngenin yarıçap ifadesi  $r_1 = 5,29 \cdot 10^{-11}$  m'dir. Diğer yarıçaplar;

$$r_n = n^2 r_1 \quad (6.40)$$

ile belirlenir. Organizasyon içinde her bir fikir bir hiyerarşik seviyede üretilmektedir. Hiyerarşik seviyeler ile atomun enerji seviyeleri arasında kurulan analogiye istinaden her bir hiyerarşik seviyenin organizasyon merkezinden belirli yarıçap mesafede

bulunduğu söylenebilir. Çalışma sırasında kabul edilen organizasyonel hiyerarşi seviyeleri ve merkezden uzaklıkları (yarıçapları) aşağıdaki tabloda belirtilmiştir.

**Çizelge 6.2 :** Uygulama yapılan şirketin hiyerarşi seviyeleri.

<b>Organizasyon Hiyerarşi Seviyesi</b>	<b>Görevler</b>	<b>Merkezden Uzaklık r = Bohr Yarı Çapı</b>
Yönetim Kurulu	Yönetim kurulu başkanı/üyesi	1r
İcra Kurulu	İcra kurulu başkanı/üyesi	2r
Genel Müdür	Genel müdür, Direktör	3r
Genel Müdür Yard.	Genel müdür yardımcısı	4r
	Fabrika müdürü	
Müdür	Müdür, Yönetici	5r
Birim Yöneticisi	Birim yöneticisi, Şef	6r
Yetkili Uzman	Yetkili uzman	7r
Uzman	Uzman, Mühendis, Danışman, Analist, Asistan, Eğitmen	8r
Uzman Yardımcısı	Uzman yardımcısı, Memur, Eleman	9r
Mavi Yaka Amir	M.y. Amir, Vardiya amiri, Formen, Ustabaşı	10r
Mavi Yaka Vasıflı İşçi	M.y. Teknisyen, Sevkiyat elemanı, Kalite kontrol elemanı, Ambar elemanı	11r
Mavi Yaka Vasıfsız İşçi	M.y. İşçi, Operatör	12r

- **Fikrin Potansiyel Enerjisi**

Elektronun yörüngesinde ki potansiyel enerjisi ise;

$$V_n = -ke^2/r_n \quad (6.41)$$

ifadesi ile bulunur. Potansiyel enerji 0 ise, parçacık serbest haldedir.

Organizasyon için bu enerji üretilen/sahip olunan fikrin stratejik enerjisidir. Elektron atom çekirdeğine yaklaştıkça enerji mutlak değer olarak büyür ancak daha negatif bir değer olur. Buna göre n=1 olduğunda, potansiyel enerji büyük – değerini alır ve bu

durum en kararlı enerji haline karşılık gelir. Organizasyon içinde de merkeze en yakın üretilen fikirler potansiyel enerji olarak en büyük değerini alır ve bu durum organizasyon içinde en kararlı durumdur (Temel Hal).

Hidrojen atomu ve  $n = 4$  için gerekli hesaplamaları yapacak olursak;

$$m_H = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ gr}$$

$$r_4 = \left( \frac{h^2}{4\pi^2 m_H k e^2} \right) \cdot n^2 = \left( \frac{(6,63 \cdot 10^{-34})^2}{4\pi^2 (9,11 \cdot 10^{-31})(8,99 \cdot 10^9)(1,602 \cdot 10^{-19})^2} \right) 4^2$$

$$= 8,47 \cdot 10^{-10} \text{ m}$$

$$V_4 = -\frac{k e^2}{r_4} = -\frac{(8,99 \cdot 10^9)(1,602 \cdot 10^{-19})^2}{8,47 \cdot 10^{-10}} = -1,3619 \cdot 10^{-19} \text{ joule}$$

Bohr atom modeline göre;

$$E_4 = -\frac{m_H e^4}{8\epsilon_0^2 h^2} \left( \frac{1}{n^2} \right) = -\frac{(9,11 \cdot 10^{-31})(1,602 \cdot 10^{-19})^4}{8(8,85 \cdot 10^{-12})^2 (6,62 \cdot 10^{-34})^2} \left( \frac{1}{4^2} \right)$$

$$= -1,3619 \cdot 10^{-19} \text{ joule}$$

Potansiyel enerjisi ile Bohr atom modeline göre atomun enerji düzeyi birbirinin aynısı çıkmıştır.

$$V_4 = E_4$$

- **t: Proje süresi (sn)**

Proje fikrinin gerçekleşme tarihi ile  $t_0$  anı olarak kabul edilen proje başlangıç tarihi arasında geçen günün saniye cinsinden ifadesidir.

$$t = (t_{realization\ date} - t_0) \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 \quad (6.42)$$

- **x: Alınan yol (m)**

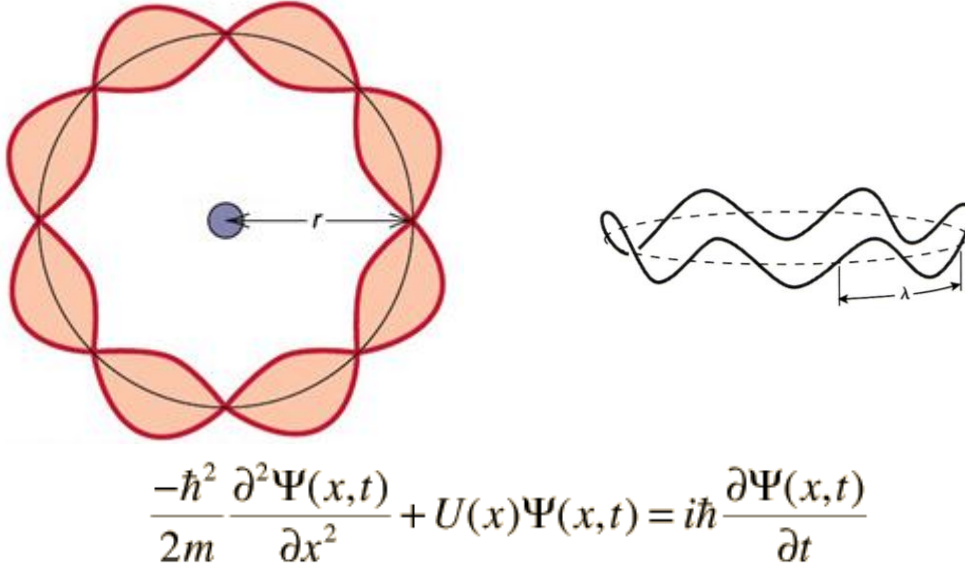
Organizasyon içinde fikirler  $v_n$  hızı ile yayıldığını kabul ederek t süre sonunda fikrin organizasyon içinde aldığı yolun metre cinsinden ifadesidir.

$$x = v_n \cdot t \quad (6.43)$$

## 6.6 Model

Çalışmanın amacı organizasyon içinde üretilen bilginin organizasyona sağladığı enerjiyi ölçebilmektir. Organizasyon içinde bilgilerin tespit edilerek ölçmek kolay bir süreç değildir, bu nedenle bilgi yerine organizasyon içinde üretilen ve uygulamaya konulmuş proje fikirleri hem tespit etmek hem de ölçmek için daha kolay bir veri tabanı oluşturacaktır. Ancak öncelikle bilgi ile fikir arasındaki ilişkinin net bir şekilde ortaya konması gereklidir. Bu net ilişkide 3.6 nolu kısımda belirtilmişti. Fikir üzerinden elde edilen sonuçlar ile bilgi üzerinden elde edilecek sonuçların aynı olması gereklidir. Cleveland (1982) bilgiyi, gerçeklerin ve fikirlerin toplamı olarak tanımlamıştır. Fikir, metne veya söze döktüğü andan itibaren bilgi haline gelmektedir. Fikir tek başına nakledilemez, ancak bilgi halinde nakledilebilirler.

Çalışmada model olarak Schrödinger dalga denklemi kullanılarak organizasyon yapısı için de üretilen bilgilerin organizasyon için ürettikleri enerjileri ölçülmeye çalışılacaktır.

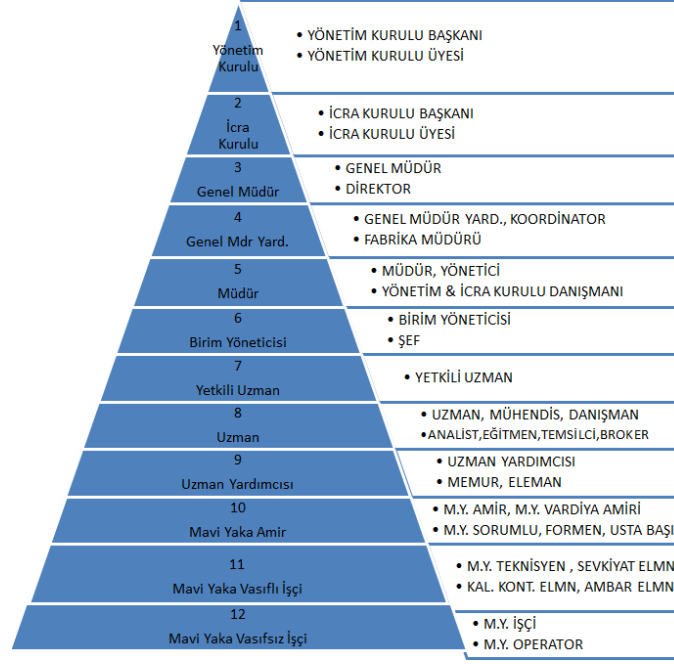


Şekil 6.3 : Model.

## 6.7 Uygulama Yapılan Organizasyonun Yapısı

Çalışmanın için seçilen organizasyonun yapısı aşağıdaki gibidir. Organizasyon 12 adet organizasyon seviyesinden oluşmaktadır.





Şekil 6.4 : Uygulama yapılan şirketin organizasyon hiyerarşisi.

## 6.8 Örnek Proje Fikri

Çalışmanın için seçilen organizasyon içinde üretilen ve sonucu alınmış iki proje örneği aşağıdaki gibidir.

Çizelge 6.3 : Örnek proje fikri.

	Organizasyon	Atom
Proje Fikri / Elektron	Global kriz nedeniyle pazarlarda yaşanacak daralmayı dikkate alarak yeni pazarlara ve kanallara ihtiyaç duymaktadır. Yapılan incelemeler sonucunda pazar olarak Mısır seçilmiştir.	e
Fikir Sahibi / Çap	Genel Müdür – 3. enerji seviyesi	$r = 3br$
Ekip / Genlik	Genel Müdür – 3. enerji seviyesi Gen.Müd.Yard.1 – 4. enerji seviyesi Müdür – 5. enerji seviyesi B. Yöneticisi – 6. enerji seviyesi Yetkili Uzman – 7. enerji seviyesi	$\text{Genlik (A)} = (7-3)=4$ br
Getiri / Kütle	12. Ay Getirisi : 68.900 \$	$m = 68.900^0$

## **6.9 Gözlenecek Bulgular**

Uygulama sonucunda elde edilen veriler ile aşağıdaki bulgular için ipuçları aranacaktır.

1. Organizasyonun üst seviyelerinde enerji daha yüksektir.
2. Daha fazla fikir üreten şirketler daha enerjilidir.

## **7. UYGULAMA**

### **7.1 Uygulama Kısıtları**

#### **7.1.1 Organizasyon yapısı**

Uygulama modeli ve tüm analogiler, hiyerarşik yapıya göre kurgulanmıştır. Matris organizasyonlar gibi son dönem popüler organizasyon yapılanmaları dikkate alınmamıştır. Bu çalışma alanında ilk olduğu için en basit ve temel düzeyde çalışan organizasyon yapısı ile başlamanın doğru olacağı düşünülmüştür. Zaman içinde bu çalışma, diğer organizasyon yapılarına göre yeniden modellenebilir.

#### **7.1.2 Bilginin şekli**

Uygulama içinde kullanılan ve organizasyon enerjisi hesabına dahil edilen tüm bilgi unsurlarının açık bilgi olduğu kabul edilmiştir. Zaman içinde bu çalışma, (ölçümlenebildiği sürece) örtülü bilgiyi de kapsayacak şekilde yeniden modellenebilir.

### **7.2 Uygulama Yapılan Şirketin Tanıtımı**

Uygulamaya konu olan şirket Türk sanayisi içinde önemli bir yeri olan bir firmadır. Konsolide bütçesi 5 milyar TL'e ulaşan firmanın çelik, distribütörlük, lojistik, enerji gibi çok sayıda endüstride grup şirketi ve iştiraki bulunmaktadır.

### **7.3 Data Çalışması**

Seçilen firmanın 2002-2011 yılları arasında başlatıp bitirdiği projeler kullanılmıştır. Toplam 1.187 proje datası kullanılmıştır. Bu projeler, kabul görmüş bir proje yönetimi programı aracılığı ile kayıt altına alınmakta ve doğrudan üst yönetime sunulmakta ve şirket bilanço ve finansallarına etkileri raporlanmaktadır. Bu nedenle uygulama sırasında kullanılan bilgilerin doğruluk oranı çok yüksektir. Projelerin sayıları şu şekildedir:

**Çizelge 7.1 : İş birimi bazında proje sayıları.**

<b>İş Grubu</b>	<b>Proje Fikri Adedi</b>
Boru	246
Diğer	15
Holding	73
Lojistik	110
Makine	260
Mühendislik	16
Otomotiv	88
Telekom	15
Valf	146
Yassı Çelik	218
<b>Genel Toplam</b>	<b>1187</b>

**Çizelge 7.2 : Gerçekleşme yılına göre proje sayıları.**

<b>Gerçekleşme Yılı</b>	<b>Proje Fikri Adedi</b>
2002	4
2003	11
2004	27
2005	46
2006	96
2007	134
2008	120
2009	164
2010	155
2011	313
2012	117
<b>Genel Toplam</b>	<b>1187</b>

**Çizelge 7.3 : Organizasyon seviyesine göre proje sayıları.**

<b>Organizasyon Seviyesi</b>	<b>Görev Tanımı</b>	<b>Proje Fikri Adedi</b>
1	Yönetim Kurulu – Başkan	16
2	Yürütme Kurulu – CEO	24
3	Genel Müdür	172
4	Genel Müdür Yardımcısı	196
5	Departman Müdürü	642
6	Birim Yöneticisi	57
7	Yetkili Uzman	10
8	Uzman	52
11	Mavi Yaka – Teknisyen	18
<b>Genel Toplam</b>		<b>1187</b>

**Çizelge 7.4 :** Yönetim kademesine göre proje sayıları.

<b>Yönetim Seviyesi</b>	<b>Organizasyon Seviyesi</b>	<b>Proje Fikri Adedi</b>
Stratejik	1-2-3	212
Taktik	4-5-6-7	905
Operasyonel	8-9-10-11	70
<b>Genel Toplam</b>		<b>1187</b>

#### 7.4 Örnek Bir Hesaplama

**Proje Başlama Zamanı:** 01.08.2009

**Proje Gerçekleşme Zamanı:** 22.11.2010

$$t \text{ (süre, sn)} = (\text{Proje Gerçek. Zamanı} - \text{Proje Başla. Zamanı}) \times 24 \times 60 \times 60 \quad (7.1)$$

$$t = (22.11.2010 - 01.08.2009) \times 24 \times 60 \times 60 = 41.299.200 \text{ sn}$$

**Organizasyonel Seviye:** Genel Müdür Yardımcısı (Hiyerarşik Seviye = 4)

$$n = 4 \quad (7.2)$$

**Sabit değerler:**

$$e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ (elektronun elektrik şarjı)} \quad (7.3)$$

$$k = 8,99 \cdot 10^9 \text{ (Coulomb sabiti)} \quad (7.4)$$

$$h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ (Planck sabiti)} \quad (7.5)$$

$$\hbar = 1,05 \cdot 10^{-34} \text{ (İndirgenmiş Planck sabiti)} \quad (7.6)$$

$$\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ (vakum geçirgenlik sabiti)} \quad (7.7)$$

**Fikrin kütlesi**

$$m = \text{Tasarruf} \times m_H \quad (7.8)$$

$$\text{Tasarruf} = 30.312 \$$$

$$m_H = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ gr}$$

$$m = 30.312 \times (9,11 \cdot 10^{-31}) = 2,76 \cdot 10^{-26} \text{ gr}$$

**Fikrin yarıçapı;**

$$r_n = \left( \frac{h^2}{4\pi^2 m k e^2} \right) \cdot n^2 \quad (7.9)$$

$$r_4 = \left( \frac{(6,63 \cdot 10^{-34})^2}{4\pi^2 (2,76 \cdot 10^{-26}) (8,99 \cdot 10^9) (1,602 \cdot 10^{-19})^2} \right) 4^2 = 2,79 \cdot 10^{-14} \text{ m}$$

**Fikrin hızı (n = 4);**

$$v_n = \left( \frac{k e^2}{m r_n} \right)^{1/2} \quad (7.10)$$

$$v_4 = \left( \frac{(8,99 \cdot 10^9) (1,602 \cdot 10^{-19})^2}{(2,76 \cdot 10^{-26}) (2,79 \cdot 10^{-14})} \right)^{1/2} = 5,47 \cdot 10^5 \text{ m/sn}$$

**Fikrin potansiyel enerjisi (n = 4);**

$$V_4 = -\frac{k e^2}{r_4} \quad (7.11)$$

$$V_4 = -\frac{k e^2}{r_4} = -\frac{(8,99 \cdot 10^9) (1,602 \cdot 10^{-19})^2}{2,79 \cdot 10^{-14}} = -4,1282 \cdot 10^{-15} \text{ joule}$$

Bohr atom modeline göre atom için enerji düzeyleri şu şekilde hesaplanır;

$$E_n = -\frac{m e^4}{8 \epsilon_0^2 h^2} \left( \frac{1}{n^2} \right) \quad n = 1, 2, 3, .. \quad (7.12)$$

n = 4 için;

$$E_4 = -\frac{(2,76 \cdot 10^{-26}) (1,602 \cdot 10^{-19})^4}{8 (8,85 \cdot 10^{-12})^2 (6,62 \cdot 10^{-34})^2} \left( \frac{1}{4^2} \right) = -4,1282 \cdot 10^{-15} \text{ joule}$$

Fikrin potansiyel enerjisi ile Bohr atom modeline göre atomun enerji düzeyi birbirinin aynısı çıkmıştır.

$$V_4 = E_4$$

### **Fikrin kuantum enerjisi;**

Schrödinger denkleminde göre elektronun enerjisi;

$$E_n = - \left( \frac{k^2 m e^4}{2 \hbar^2} \right) \left( \frac{1}{n^2} \right) \quad (7.13)$$

$n = 4$  için Schrödinger denklemi ile çıkartılan enerji ile Bohr modeline göre bulunan enerji birebir aynı çıkmıştır. Şimdi örnek fikrin kütlesi kullanılarak fikir için kuantum enerjisi hesaplamak istersek;

$$m = 2,76 \cdot 10^{-26} \text{ gr}$$

$$E_4 = - \left( \frac{(8,99 \cdot 10^9)^2 (2,76 \cdot 10^{-26}) (1,602 \cdot 10^{-19})^4}{2 (1,05 \cdot 10^{-34})^2} \right) \left( \frac{1}{4^2} \right) = -4,1282 \cdot 10^{-15} \text{ J}$$





## 8. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

### 8.1 Uygulama Sonuçları

1187 adet projenin detayları ile Schrödinger dalga denklemi kullanılarak hesaplanan organizasyonel enerji seviyeleri sırası ile aşağıdaki tablolarda belirtilmiştir. Hesaplamalar için MS Excel 2010 kullanılmıştır.

Organizasyonel seviyeye göre analizlerde proje sayısı 10'un altında olan 9. seviye (uzman yardımcısı, sadece 1 adet proje vardı) ve 10. Seviye (mavi yaka vardiya amiri, sadece 7 adet proje vardı) veri azlığı nedeniyle sonuçların kalitesini etkiliyordu. Bu nedenle 9. ve 10. seviyeye ait datalar 11. Seviye (mavi yaka teknisyen) ile birleştirilerek daha anlamlı sonuç elde edilmeye çalışılmıştır. Ayrıca bazı 11. seviyede üretilen fikirlerde, proje ekibi olarak sadece o kişiler belirtilmişti. Gerçek hayatta bu şekilde bir proje ekibi olmayacağı, Instantis programına veri girişi sonrasında eksik giriş yapıldığı varsayılarak proje ekibine birer tane 12. seviye kişi eklenerek data gerçeğe yaklaştırılmıştır.

**Çizelge 8.1** : Organizasyon seviyesine göre sonuçlar.

Organizasyon Seviyesi	Proje Adedi	Ort. Mutlak Kuantum Enerji (joule)
1	16	1,58382E-12
2	24	1,34431E-13
3	172	9,62033E-14
4	196	2,55736E-14
5	642	1,22574E-14
6	57	6,22664E-15
7	10	6,57522E-15
8	52	5,44737E-15
11	18	2,89176E-15

**Çizelge 8.2 :** Yönetim kademesine göre sonuçlar.

<b>Yönetim Seviyesi</b>	<b>Proje Adedi</b>	<b>Ort. Mutlak Kuantum Enerji (joule)</b>
Stratejik	212	2,12804E-13
Taktik	905	1,46987E-14
Operasyonel	70	4,79021E-15

Uygulama yapılan holdingin grup şirketlerine göre analiz yaparken proje sayısı 10'un altında olan Enerji (sadece 5 adet projesi vardı) ve OEM (sadece 2 adet projesi vardı) işlerine ait veriler, az olmaları nedeniyle sonuçların kalitesini etkiliyordu. Bu veriler DİĞER kategorisi ile birleştirilerek proje sayısı 10'un üstüne çıkartılmıştır ve birleştirilerek daha anlamlı sonuç elde edilmeye çalışılmıştır.

**Çizelge 8.3 :** İş birimine göre sonuçlar.

<b>İş Grubu</b>	<b>Proje Adedi</b>	<b>Toplam Mutlak Kuantum Enerji (joule)</b>
Boru	246	7,77127E-12
Diğer	15	1,08970E-12
Holding	73	2,76782E-11
Lojistik	110	1,70909E-12
Makine	260	8,09629E-12
Mühendislik	16	2,25791E-13
Otomotiv	88	3,84874E-12
Telekom	15	1,13684E-13
Valf	146	1,01281E-12
Yassı Çelik	218	7,20652E-12

## 8.2 Sonuçların Yorumlanması

### 8.2.1 Organizasyonel seviyeye göre

Organizasyonel seviye cinsinden çıkan sonuçlar aşağıdaki özet tabloda gösterilmiştir.

**Çizelge 8.4 :** Organizasyon seviyesi göre özet sonuçlar.

	<b>Ort. Mutlak Kuantum Enerji</b>	
	<b>Değer</b>	<b>Org. Seviyesi</b>
<b>Maks.</b>	1,5838E-12	1
<b>Min.</b>	2,8918E-15	11

### Gözlem 1.

Organizasyonun üst seviyelerinde enerji daha yüksektir.

Organizasyonel seviyeye göre bakıldığında en yüksek enerji 1. seviyede (yönetim kurulu başkanı), en düşük enerji ise 11. seviyede (mavi yaka teknisyen) ölçülmüştür. Elde edilen ölçümler gözlem 1'in doğruluğu ile ilgili ipucu ortaya koymuştur.

### 8.2.2 Yönetim kademesi göre

Yönetim kademesine göre çıkan sonuçlar aşağıdaki özet tabloda gösterilmiştir.

**Çizelge 8.5 : Yönetim kademesine göre özet sonuçlar.**

Ort. Mutlak Kuantum Enerji		
	Değer	Org. Seviyesi
<b>Maks.</b>	2,1280E-13	Stratejik
<b>Min.</b>	4,7902E-15	Operasyonel

### Gözlem 1.

Organizasyonun üst seviyelerinde enerji daha yüksektir.

Yönetim kademesine göre bakıldığında en düşük enerji operasyonel seviyede (8. – 9. – 10. – 11. seviyelerde; sırasıyla uzman, uzman yardımcısı, mavi yaka vardiya amiri, mavi yaka teknisyen seviyeleri), en yüksek enerji ise stratejik seviyede (1. – 2. – 3. seviyelerde; sırasıyla yönetim kurulu başkanı, icra kurulu başkanı, genel müdür) ölçülmüştür. Bu sonuçlar gözlem 1'i ile ilgili ipuçları vermektedir.

### 8.2.3 İş birimine göre

Uygulama yapılan holdingin grup şirketleri arasında enerji karşılaştırması aşağıdaki özet tabloda gösterilmiştir.

**Çizelge 8.6 : İş birimine göre özet sonuçlar.**

Mutlak Toplam Enerji			
	Değer	İş Grubu	Proje Adedi
<b>Maksimum</b>	2,7678E-11	Holding	73
<b>Minimum</b>	1,1368E-13	Telekom	15

### Gözlem 2.

Daha fazla fikir üreten şirketler daha enerjilidir.

En büyük toplam enerji “Holding” ile ilgilenen grup şirketinde elde edilmiştir. Aslında proje sayısı en fazla olan Makine işinde daha yüksek enerji beklenirken Holding işinin daha yüksek enerjili çıkması, gözlem 2 ile ilgili net ipuçları vermemiştir. Ancak en düşük enerjili iş gurubu olan Telekom işinden, uygulama yapılan şirket bu sektörden zaman içinden çıkmıştır. Çünkü firma bu sektörde artık sürdürülebilir bir şekilde yaşayamayacağını fark etmiştir. Bu çalışma da sunduğumuz model ile bulunan sonuç, gerçek hayatta ki durum ile paralellik göstermiş olması çok anlamlıdır ve bu anlamda gözlem 2 ile ilgili bazı ipuçları vermiştir. Bu sonuçlar iş grubu bazında yapılan proje sayısının fazlalığının aslında çok da önemli olmadığını, nitelikli proje ve bilgi üretiminin daha kıymetli ve firmanın sürdürülebilirlik elde etmesinde daha önemli olduğu ile ilgili de ipuçları vermiştir. Bu sayede “bal yapmayan arı” olan iş kolları tespit edilebilir.

#### **8.2.4 Genel sonuçlar**

Genel olarak kurulan model ile elde edilen sonuçlara göre;

- i. Kuantum teorisi ile yönetim teorisinin analogik olarak bir araya getirilebileceği ile ilgili önemli ipuçları elde edilmiştir.
- ii. Organizasyonel enerji olarak tanımlanan bir terminolojinin yönetim teorisinde anılabileceği gösterilmiştir.
- iii. Schrödinger modeli ile organizasyonel enerjinin ölçülebileceği ile ilgili ipuçları elde edilmiştir.
- iv. Tam olarak gösterilemese bile üretilen bilgi artıka şirketlerin organizasyonel enerjilerinin de arttığı ile ilgili ipuçları bulunmuştur.

Bu yapılan çalışma ile yönetim bilimine ve organizasyonel performans ölçümüne sunulan yeni bilimsel faydalar şu başlıklarda olduğu düşünülmektedir:

#### **Bütüncül yaklaşım:**

Yönetim literatürü, klasik yönetim yaklaşımına alternatif yeni bir bilimsel yaklaşım geliştirilmesinin zamanı geldiğini belirtmiştir (Wheatley, 1992). Kuantum teorisi, evreni dinamik, öngörülemez, subjektif ve kendi kendini organize edebilen bir sistem olarak tanımladığı için yeni yönetimler için daha bütüncül yönetim metaforu olarak kullanılabilir Hock (1999), Sanders (1998), Stacey (1996), Zohar (1997).

Bu çalışma, en üst yönetimden en alt organizasyon seviyesine kadar, organizasyon içindeki tüm birim ve departmanlar (satış, satınalma, İK, üretim..vb) tarafından üretilen fikirlerini bir arada değerlendirerek, organizasyonun tamamını içine alacak şekilde bütüncül bir yaklaşım sunmaktadır.

### **Nedenselliğin olmadığı çok boyutlu yaklaşım:**

Günümüz yönetim stratejilerinin nedensellik ve kesin çözüm önerilerinin şirketlerin önlerini açmada yetersiz kaldığı ortadadır. Kesinlik temeli üzerine kurulu strateji ve teorilerin ömrü çok kısa süreli olmaktadır. (Kaplan and Norton, 1996; Kilmann, 2001). Geleneksel performans ölçütleri de kısa dönemli bakış açılarını teşvik etmektedir (Neely, 1999).

90'lı yılların başında, geleneksel performans ölçüm sistemlerine karşı duyulan memnuniyetsizlik, çok boyutlu performans ölçüm yöntemlerinin de temellerinin oluşturulmasını sağlamıştır (Bourne ve diğ., 2000). Kuantum paradigması ile tek yönlü noktasal nedensellikten, çok boyutlu ağ etkileşimine dayalı, dinamik sistem ve süreçlere geçiş yaşanmıştır.

Bu çalışmada şirketlere dinamik (proje üretim sürecinin dinamizmi), karşılıklı (farklı hiyerarşi seviyeleri arasında ki paylaşım), dönüşlü (üretilen fikrin üretildiği hiyerarşi seviyesine yeniden çıkması), kesikli (projelerin başlangıç ve bitiş tarihleri belirlenebilen), belirsiz, karmaşık ve çok yönlü (finansal, zamansal, organizasyonel) etkileşimleri göz önünde bulunduran kuantum temelli bir yaklaşım ve performans ölçüm yöntemi sunmaktadır.

### **Tamamlayıcı yaklaşım:**

Schoonhover ve diğ. (2005)'ne göre geleneksel organizasyonel modeller, sistemi oluşturan unsurların birbirlerini tamamlamasını açıklamada başarısız olmuşlardır, organizasyonun gerçek durumunu anlamak için yeterli olmamaktadırlar (Levine & Moreland, 1998). Bu ifade açıkça göstermektedir ki geleneksel modeller organizasyonun sonuçlarını doğru tahmin etme ya da kontrol etmede kullanılamazlar (Weick & Quinn, 1999).

Kuantum teorisinin sahip olduğu tamamlayıcılık ilkesi, organizasyonları oluşturan unsurların ne ölçüde birbirlerini tamamladığını ve organizasyonların gerçek durumlarını anlamada geleneksel yöntemlere göre daha doğru ve başarılı yöntem geliştirme imkanı verebilecektir. Bu çalışmada kullanılan model, organizasyonu oluşturan tüm tarafların bir arada değerlendirilmesine olanak vermektedir.

#### **Kuantum teorisinin analogik şekilde performans ölçümü için kullanılması:**

Maalesef ki klasik yaklaşımlar yüksek seviye bilişsel süreçler tanımlamada yeterli olabilecek matematiksel modeller sunmamaktadır. Bu noktada bilişsel ve kuantum süreçlerin bir arada kullanılarak bazı analogilerin çıkartılabilme imkanını düşünmek faydalı olacağına benzemektedir (Penrose, 1994; Bohm ve Hiley, 1993; Hiley ve Pylkkanen, 1997; Khrennikov, 1999; Khrennikov, 2000). Bu çalışma bilişsel bir sürece kuantum bakış açısı ile alternatif bir yöntem sunmaktadır.

#### **Organizasyonel enerji metriğinin geliştirilmesi:**

Firmaların kâr düzeylerini gösteren geleneksel performans göstergelerinin yerini günümüzde artık teknolojinin kullanımı, müşterilerin profili ve memnuniyeti, üretilen ürün veya hizmetin kalitesi, müşteri sadakati, çevreye verilen katkı gibi kriterler almıştır (Pantea, 2008; Kyriazis ve Anastassis, 2007; Visaltanachoti, Luo ve Yi, 2008; Noyan, 2009). Newtoncu anlayış ile kurulan organizasyonlarda kesinlik ve şimdiki zaman esastır, performans modeller her şey bittikten sonra elde edilen verimlilik, kâr gibi ölçütleri ölçer (Wermter, 1996).

Bu çalışma ise firma performansı için yeni bir metrik olabilecek organizasyonel enerji ile bilgi ve ilişki temelinde ölçümlenerek yeni bir bakış açısı getirilmiştir.

#### **Proje üretimin ve bilginin öneminin vurgulanması:**

Performans ölçümünde kullanılan geleneksel yöntemlerin birçoğu şirket değerine etki eden teknoloji, bilgi, yenilikçilik gibi unsurları dikkate almamaları nedeniyle firma değerinin belirlenmesinde ve işletme performansının ölçümünde yetersiz hale gelmişlerdir (Sharma ve Kumar, 2010; Chari, 2009). Shelton ve diğ. (2002)'e göre, kuantum organizasyonlar, sürekli değişen, atik, uyumlanabilir, sınırsız bir organizasyon olarak tanımlanabilir. Bilgi ve yenilik serbestçe akar. Choustova (2008)'a piyasaların klasik dinamikleri; doğal kaynak, endüstriyel gelişimdir. Ancak

finans dünyası içindeki yoğun bilgi değişimi piyasa dinamiklerin oluşmasında ve belirlenmesinde en önemli ana kaynak haline gelmiştir. Bu çalışma organizasyon içinde serbestçe akan bilgi üzerine kuruludur. Bu yüzden klasik yaklaşımlardan farklıdır. Bu çalışma, proje üretim sürecinin bir organizasyona nasıl hayati önemde tesir ettiğini, bilgi değişimin kurum içi dinamiklerin oluşmasında en önemli kaynaklar biri olduğunu göstermiştir.

Bu çalışma Bohr atom teorisi ve kuantum teorisinde geçen Schrödinger dalga denkleminde yapılan analogiler ile organizasyon içinde üretilen fikir ve bilgi ile bir metrik hesabı yapmıştır. Hiç atom ve kuantum teorisine analogi yapmadan da organizasyon içinde üretilen fikir ve bilgi ile bir metrik de hesaplanabilirdi. Ancak, kuantum teorisi ile yapılan analogiler ile aşağıda belirtilen noktalarda önemli farklar ve yenilikler elde edilmiştir:

- Yönetim bilimine analogik yorumlar getirme konusunda potansiyele sahip olduğu düşünülen kuantum mekaniğinin bu potansiyeli ortaya konulmuştur.
- Yüksek seviye bir bilişsel süreç olan “proje üretim sürecinin” analiz edilmesinde analogiler yolu ile kuantum yaklaşımı kullanılmıştır.
- Dalga denklemi kullanılarak dinamik ve etkileşimli bir süreç olan proje üretimi süreci üzerinden, karşılıklı, dönüşlü, kesikli ve çok yönlü bir kuantum temelli bir ölçüm metriği geliştirilmiştir.
- Geliştirilen metrik ile alışlagelinmiş kâr, pazar payı, müşteri memnuniyeti gibi klasik performans göstergeleri yerine sıra dışı olarak performans göstergesi olarak enerji hesaplanmıştır. Olandan çok olacak olana ulaşılacak hedeflenmiştir.
- Bilginin organizasyon içinde serbestçe aktığı gösterildi. Bilginin enerji taşıdığı iddia edilmiştir.
- Choustova (2008)’a göre pilot dalga yorumu yerel değildir, yani herhangi bir fiziksel bir enerji değişimi olmaksızın bir parçacık pilot dalga ile kendisinden çok uzaktaki başka bir parçacığı hissedebilir. Dalga yaklaşımı ile proje fikirlerinin diğer hiyerarşilerdeki çalışanları ve fikirleri etkileyebileceği gösterilmiştir.

- Kullanılan model ile bilginin üretildiği hiyerarşik seviyeler göz önünde bulundurulmuştur. Üst yönetim seviyesinde üretilen bilgi ile alt seviyelerde üretilen bilgiler arasında fark oluşması sağlanmıştır. Bu sayede farklı hiyerarşilerde üretilen bilgilerin enerjilerinin de farklılaştırılmaları sağlanmıştır.
- Organizasyon içinde her bir fikrin bir hiyerarşik seviyede üretildiği göz önünde bulundurulmuştur (yarıçap).
- Proje fikrinin uygulanması sonucunda organizasyona sağladığı parasal faydanın göz önünde bulundurulmuştur (kütle).

### 8.3 Limitler

Niels Bohr kuantum teorisi hakkında “Kuantum Teorisi karşısında şaşkınlığa uğramayanlar bu teoriyi anlamamış demektir”; Richard Feynman ise “Eğer kuantum teorisini anladığınızı sanıyorsanız, kuantum teorisini anlamamışsınızdır demektir” diyor, kuantum teorisi anlamak için bu kadar karmaşık ama bir o kadar da cömertlikleri içinde barındırmaktadır. Bu nedenle teoriyi doğru ve tam anlamak ve bunu yönetim bilimine doğru yansıtıldığını savunmak ciddi bir meydan okuma olarak kabul edilmelidir. Bu çalışma, bu şekilde bir meydan okuma amacı gütmemektedir.

Kuantum teorisine dayanılarak fizik dünyasında savunulan sarsıcı görüşler, ciddi anlayış değişikliklerini gerekli kılmaktadır. Fakat, bilim insanlarının da farklı görüşleri olduğu, bilimsel teorilere yaklaşımlarının farklı olduğu düşünüldüğünde, Einstein gibi bilim insanları; kuantum teorisinin eksik bir teori olduğunu, bu yüzden bu teorinin 'indeterminist' bir şekilde yorumlandığını savunmuşlardır. Kısacası, kuantum teorisine dayanılarak savunulan iddiaların üzerinde bütün bilim insanlarının konsensüsü olmadığı hatırlanmalıdır.

Bu açıdan, bu çalışmanın temelini oluşturan varsayım ve formüllerin bilim dünyası içinde kesin konsensüsü olmadığı bilinenek çalışma yapılmıştır. Bilimsel açıdan şu an “kaygan zemin” olsa da her geçen gün bilim dünyasında yaşanan gelişmeler, yapılan deneyler kuantum teorisini destekler şekilde ilerlemektedir.



Kuantum teorisi ile yönetim bilimi arasındaki ilişkiyi inceleyen literatür çalışmaları, özellikle 90'lı yılların ikinci yarısında başlamıştır. Uygulamaya dönük çalışmalar ise 10 yılda giderek artmıştır. Ancak hâla yönetim ve kuantum arasındaki ilişkiyi inceleyen köklü bir literatür oluştuğunu söylemek nispeten zor olacaktır. Çalışmanın önemli bir kısıtı da sağlam bir literatür desteği bulunamamış olmasıdır.

Çalışma içinde yapılan tüm analogiler aslında birkaç ana analogi üzerine bina edilmiş şekildedir (atom  $\approx$  organizasyon ; fikir  $\approx$  elektron..vb gibi). Eğer bu ana analogiler geçersiz kalırsa ana analogilere bağlı diğer analogilerde geçersiz hale gelmesi durumu vardır. Ancak dalga hareketi, kütle gibi analogik benzetmeler literatürde daha önce yapılmıştır (Choustova, 2008; Singh, 2011). Bu nedenle yan analogilerin literatürde desteği olsa bile ana analogilerin literatürde ilk kez kuruluyor olma riski taşınmaktadır.

Yapılan çalışma klasik piramit yapılı organizasyonları için uygulanmıştır. Modern ve post modern şekilde yapılanmış organizasyonlarda bu çalışmanın geçerliliği ve doğruluğu kesin değildir.

Çalışmanın özellikle sonuçlar kısmında “klasik performans yöntemler” eleştirilirken, uygulamanın klasik yapılanmaya sahip bir organizasyonda yapılması bir çelişki gibi değerlendirilebilir. Ancak bu şekilde özgün bir çalışmanın klasik organizasyonlarda da geçerli olup olmadığını görmek için klasik bir organizasyon iyi bir başlangıç noktası olacaktır. Sonuç itibariyle bu çalışma klasik performans yöntemlerine alternatif olabileceği savunulmuştur, bu da en iyi klasik organizasyonlarda karşılaştırılabilir.

Yapılan çalışma tamamen sonuçları ve getirileri ortaya konmuş açık bilgi üzerine kuruludur. Ancak organizasyonlarda açık bilgi kadar önemli olan örtülü bilgi dikkate alınmamıştır. Organizasyon içindeki üretilen ve iletilen emirler göz ardı edilmiştir. Organizasyon seviyeleri arasında fikir ve bilginin değişmesi, yeniden yorumlanması, zarar görmesi olasılıkları göz ardı edilmiştir, üretilen fikir ve bilgi olduğu şekli ile kayıpsız şekilde organizasyon içinde yayıldığı kabul edilmiştir.

Atomda orbitaller arası elektronlar birbirlerini etkilememesine rağmen gerçek hayatta organizasyon içinde organizasyonel seviyeler arasında kesin bir etkileşim vardır. Organizasyondaki bu etkileşim, atom modelini uygulayabilmek için gözardı edilmiştir.

Organizasyon içindeki seviyeler uzmanlıklara göre yapılmıştır, eğer bir uzman doğrudan genel müdüre raporluyorsa bile uzman seviyesinde değerlendirilmiştir.

Uygulama içinde değerlendirilen projelerin getirilerinin, tam olarak o projenin hayata geçirilmesi nedeniyle mi yoksa konjonktürel olumlu değişimlerden mi oluştuğu tam olarak ayırtılamamaktadır. Bu nedenle proje getirilerin, tam olarak o proje nedeniyle elde edildiği kabulü yapılmıştır.

#### **8.4 Öneriler**

Çalışma önemli derecede farklı bir bakış açısı ile organizasyonu, organizasyon içerisinde üretilen bilgiyi ve organizasyonel enerjiyi incelemiştir. Bu bakış açısı yönetim teorisi içinde yeni bir soluk getirme potansiyeli taşımaktadır. Günümüz firmalara proje ve bilgi üretimini kıymetini, bu üretilen bilgilerin şirket performansına etkisini göstermede önemli bir model ve araç olma potansiyeli bulunmaktadır.

Bu çalışma ile ilgili en başta yapılması gereken gelişim alanı, farklı sektör ve firmalarda da uygulanması, modelin ve yöntemin doğruluğunun ispatlanması olacaktır. Sonraki bilimsel çalışmalar bu modeli ve yöntemi farklı endüstri ve şirketlerde deneyebilirler.

Geliştirilen bu ölçüm yaklaşımı ile bulunan değerlerin, mutlak anlamı yerine, bir işletmenin zamansal veya başka bir işletme ile karşılaştırılmasında kullanılması uygundur.

Bu çalışmanın modern ve post modern organizasyon yapılarını da kapsayacak şekilde büyütülmesi, açık bilginin yanında örtülü bilgileri de dikkate alır hale getirilmesi ve organizasyonel enerjinin bir firma performans göstergesi haline getirilmesi konuları çalışmanın önündeki diğer ciddi gelişme alanlarıdır.

Ayrıca, entellektüel sermaye gibi bilgi temelli diğer performans yöntemleri ile bu çalışmada sunulan yöntemin sonuçlarının karşılaştırılması da ayrı bir gelişme alanıdır. Böylece modelin ve yöntemin geçerliliği ve gücü test edilmiş olacaktır.

## KAYNAKLAR

- Accardi, L. and Boukas, A.** (2006). The quantum Black-Scholes equation. *Global Journal of Pure and Applied Mathematics*, 2, 155-170.
- Ada, N. ve Alver, İ.** (2008). Örgütsel iletişimin örgütsel bağlılık üzerine etkisi. *Ege Akademik Bakış*, 8/2, 487-518.
- Aerts, D. and D'Hooghe, B.** (1996). Operator structure of a non-quantum and nonclassical system. *International Journal of Theoretical Physics*, 35, 2285-2298.
- Aerts D., Aerts S., Broekaert J. and Gabora, L.** (2000). The violation of Bell inequalities in the macro-world. *Foundations of Physics*, 30, 1387-1414
- Aerts, D., Czahor, M., Gabora, L., Kuna, M., Posiewnik, A. and Pykacz, J.** (2003). Quantum morphogenesis: A variation on Thom's catastrophe theory. *Physical Review*, E, 67.
- Al-Jayyousi, O.** (2004). Greywater reuse: knowledge management for sustainability. *Desalination*, 167, 27-37.
- Akgün, A.E. ve Keskin, H.** (2003). Sosyal bir etkileşim süreci olarak bilgi yönetimi ve bilgi yönetimi süreci. *Gazi Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*, 1, 175-188.
- Armstrong, G.** (2005). Differentiation through people: how can HR move beyond business partner?. *Human Resource Management*, 44(2), 195-199.
- Baaquie, B.** (2005). *Quantum Finance*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Bachelier, L.** (1900). Theorie de la speculation. *Ann. Sc. l'Ecole Normale Superiere*, 111-17, 21-86
- Bak, P., Chen, K., Scheinkman, J. and Woodford, M.** (1993). Aggregate fluctuations from independent sectorial shocks: self-organized criticality in a model of production and inventory Dynamics. *Ricerche Economiche*, 47, 3-30
- Barutçugil, İ.** (2002). Bilgi Yönetimi. İstanbul: Kariyer Yayıncılık.
- Bialynicki-Birula, I. and Mycielski, J.** (1975). Uncertainty relations for information entropy in wave mechanics. *Commun. Math. Phys.*, 44, 129-132.
- Black, F. and Scholes, M.** (1973). The pricing of options and corporate liabilities. *Journal of Political Economy*, 81, 637-659

- Bohm, D. and Hiley, B.** (1993). *The Undivided Universe: An Ontological Interpretation Of Quantum Mechanics*. London: Routledge and Kegan Paul.
- Bollen, L., Vergauwen, P. and Schnieders, S.** (2005). Linking intellectual capital and intellectual property to company performance. *Management Decision*, 43/9, 1161-1185.
- Bosworth, D. and Rogers, M.** (2001). Market value, r&d and intellectual property: an empirical analysis of large Australian firms. *Economic Record* 77, 323-337.
- Bourne, M., Milss J., Wilcox M., Neely A. and Platts K.** (2000). Designing, implementing and updating performance measurement systems. *International Journal of Operations & Production Management*, 20.
- Bozdemir, S. ve Eker, S.** (2007). Kuantum kuramının evrimi ve klasik kuantum kuramı. *Bilim ve Ütopya*, 160, 38-40.
- Canibano, L., Garcia-Ayuso, M. and Sanchez, M.P.** (2000). Accounting for intangibles, a literature review. *Journal of Accounting Literature*. 19, 102-130.
- Capra, F.** (1983). *The Tao of Physics*. Colorado: Shambhala.
- Casaubon, L.** (2006). Enterprise DNA: the blueprint for enterprise architecture. *Delegate Whitepaper*.
- Chang, S. W.** (2011). The investment in r&d for generating intangibles: the empirical study in Taiwan semiconductor industry. *2nd International Conference On Business And Economic Research Proceeding*. Faculty of Department of Finance, Ming-Chuan University, Taiwan.
- Chari, L.** (2009). Measuring value enhancement through economic value added: evidence from literature. *IUP Journal of Applied Finance*, 15, 46-62.
- Chen, M. C., Cheng, S. J. and Hwang, Y.** (2005). An empirical investigation of the relationship between intellectual capital and firms' market value and financial performance. *Journal of Intellectual Capital*, 6-2, 159-176.
- Choi, B. and Lee, H.** (2003). An empirical investigation of KM styles and their effect on corporate performance. *Information and Management*, 403-417
- Choustova, O.** (2001). *Pilot Wave Quantum Model for the Stock Market in Quantum Theory: Reconsideration of Foundations*. Vaxjo: Vaxjo University Press.
- Choustova, O.** (2006). Quantum Bohmian model for financial markets. *Physical Statistical Mechanics and its Applications*, 374.
- Choustova, O.** (2007). Toward quantum-like modelling of financial processes. *Journal of Physics*, 70, 1-38.
- Choustova, O.** (2008). Application of Bohmian mechanics to dynamics of prices of shares: stochastic model of Bohm–Vigier from properties of price trajectories. *International Journal of Theoretical Physics*, 47, 252-260.
- Cleveland, H.** (1982). Information as a resource. *The Futurist*: 34–39.

- Cockburn, I. and Griliches, Z.** (1988). The estimation and measurement of spillover effects of r&d investment. *American Economic Review*, 78, 419-423.
- Cohen, A. and Hudecek, N.** (1993). Organizational commitment-turnover relationship across occupational groups. *Group and Organizational Management*, 18/2, 188-213.
- Conant, R. C. and Ashby, W. R.** (1970). Every good regulator of a system must be a model of that system. *International Journal of System Science*, 1, 89-97
- Cootner, P. H.** (1964). *The Random Character of Stock Market Prices*. MIT Press, Cambridge.
- Değirmenci, M. ve Utku, Ş.** (2000). Yönetim Ve Örgüt Yapısına Kuantum Mekaniği Işığında Bir Bakış. *Dogus University Journal*, 2, 76-83.
- Dirac, P. A. M.** (1930). *The Principles of Quantum Mechanics*. Oxford: Oxford University Press.
- Dumay, J. C. and Tull, J. A.** (2007). Intellectual capital disclosure and price-sensitive australian stock exchange announcements. *Journal of Intellectual Capital*, 8/2, 236-255.
- Durack, K. T.** (2004). Tacit knowledge in patent applications: observations on the value of models to early US patent office practice and potential implications for the 21st century. *World Patent Information*, 26/2, 131-136.
- Einstein, A.** (1905). On the electrodynamics of moving bodies. *Annalen der Physik*, 17/10, 891-921.
- Einstein, A., Podolsky, B. and Rosen, N.** (1935). Can quantum-mechanical description of physical reality be considered complete?, *Physical Review*, 47, 777-780.
- Englert, B. G. and Walther, H.** (2000). Preparing a GHZ state, or an EPR state, with the one-atom maser. *Opt. Communication*, 179, 283-288.
- Erkan, H. ve Erkan, C.** (2007). Bilgi bazlı yenilikçi gelişme stratejisi bağlamında türkiye'nin kurumsal dönüşüm ihtiyacı. *Uluslararası 6. Bilgi Ekonomi ve Yönetim Kongresi*, İstanbul, Türkiye, 26-28 Aralık.
- Erol, M.** (2008). Philosophy and instruction of quantum physics (QP). *Balkan Physics Letter Special Issue*, 16-24.
- Fris, J. and Lazaridou A.** (2006). An additional way of thinking about organizational life and leadership: the quantum perspective. *Canadian Journal of Educational Administration and Policy*, 48.
- Fukuyama, F.** (1992). *The End of History and the Last Man*, New York: Avon.
- Gasiorowicz, S.** (1974). *Quantum Physics*, Canada: John Wiley Sons, Inc.
- Greenhalgh, C. and Rogers, M.** (2007). *Intellectual Property Activity by Service Sector and Manufacturing Firms in the UK, The Evolution of Business Knowledge*. Oxford: Oxford University Press.

- Grib, A. A., Khrennikov, A. Y. and Starkov, K.** (2004). Probability amplitude in quantum-like games. *Proc. Int. Con. Quantum Theory: Reconsideration of Foundations. Ser. Math. Modelling in Phys., Engin., and Cogn. Sc.*, 10, 703-722.
- Grigorenko, E. L., Sternberg, R. J. and Strauss, S.** (2006). Practical intelligence and elementary-school teacher effectiveness in the US and Israel: measuring the predictive power of tacit knowledge. *Thinking Skills and Creativity*, 1, 14-33.
- Griliches, Z.** (1981). Market value, r&d, and patents. *Economics Letters*, 7, 183-187.
- Haven, E.** (2002). A discussion on embedding the Black–Scholes option pricing model in a quantum physics setting. *Physica A*, 304, 507–524.
- Haven, E.** (2003). A black-scholes Schrödinger option price: bit versus qubit. *Physica A*, 324, 201–206.
- Haven, E.** (2004). The wave-equivalent of the Black–Scholes option price: an interpretation. *Physica A*, 344, 142–145.
- Haven, E.** (2005). Pilot-wave theory and financial option pricing. *International Journal of Theoretical Physics*, 44, 1957-1962.
- Haven, E.** (2008a). Private information and the information function: a survey of possible uses. *Theory and Decision*, 64, 193-228.
- Haven, E.** (2008b). The variation of financial arbitrage via the use of an information wave function. *International Journal of Theoretical Physics*, 47,193-199.
- Hedlund, G.** (1994). A model of knowlegde management and the N-form Corporation. *Strategic Management Journal*,15, 73-90.
- Heidegger, M.** (1966). *Discourse On Thinking*. New York: Harper Torchbooks.
- Heisenberg, W.** (1930). *The Physical Principles of the Quantum Theory*. Chicago: University of Chicago Press.
- Hiley, B. and Pylkkanen, P.** (1997). *Active Information snd Cognitive Science – A reply to Kieseppa*. Amsterdam: IOS Press.
- Hirschey, M. and Richardson, V. J.** (2001). Valuation effects of patent quality: a comparison for japanese and us firms. *Pacific-Basin Finance Journal* 9, 65-82.
- Hock, D.** (1999). *Birth of the Chaordic Age*. San Francisco: Berrett-Kochler.
- Howells, J.** (1996). Tacit knowlegde, innovation and technology transfer. *Technology Analysis and Strategic Management Journal*, 8/2, 91-105.
- Huang, C. J. and Liu, C. J.** (2005). Exploration for the relationship between innovation, IT and performance. *Journal of Intellectual Capital*, 6/2; 237-252.
- Kalkan, V. D.** (2006). Örgütsel öğrenme ve bilgi yönetimi kesişim ve ayrışma noktaları. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 16, 22-36.

- Kaplan, M. ve Daşöz, Z.** (2004). Küresel ekonomi yönetimi: yeni umutlar ve fırsatlara bağlı Türkiye öncelikli bir öneri değerlendirme. *Osmangazi Üniversitesi İİBF Yayınları*, 7-29.
- Kaplan R. and Norton, D.** (1996). Using the balanced scorecard as a strategic management system. *Harvard Business Review*, 74/1, p.75-86.
- Karlsen, T., Silseth, P., Benito, G. and Welch, L.** (2003). Knowledge, internationalization of the firm, and inward-outward connections. *Industrial Marketing Management*, 32, 385-396.
- Karsten, S. G.** (1990). Quantum teory and social economics: the holistic approach of modern physics serves better than newton's mechanics in approaching reality. *American Journal of Economics and Sociology*, 49/4, 385-399.
- Khrennikov, A. Yu.** (1999). Classical and quantum mechanics on information spaces with applications to cognitive, psychological, social and anomalous phenomena. *Found. of Physics*, 29/7, 1065-1098.
- Khrennikov, A. Yu.** (2000). Classical and quantum mechanics on p-adic trees of ideas. *BioSystems*, 56, 95-120.
- Khrennikov, A. Yu.** (2002). On the cognitive experiments to test quantum-like behavior of mind. *Natural Sciences and Technology*, 7.
- Khrennikov, A. Yu.** (2003). *Quantum Psychological Model of The Stockmarket*. Vaxjo: University of Vaxjo Press.
- Khrennikov, A. Yu.** (2004). Information dynamics in cognitive, psychological and anomalous phenomena. *Ser. Fundamental Theories of Physics*, 138.
- Khrennikov, A. Yu. and Haven, E.** (2007). Does probability interference exist in social science. *American Institute of Physics*, 8/7, 299-309.
- Khrennikov, A.Yu. and Haven, E.** (2009). Quantum mechanics and violations of the sure-thing principle: The use of probability interference and other concepts. *Journal of Mathematical Psychology*, 53, 378-388.
- Kiel, L.D. and Elliott, E.** (1992). Budgets as dynamic systems: change, variation, time, budgetary, heuristics. *Journal of Public Administration Research and Theory*, 2, 139-156.
- Kilmann, R.** (2001). *Quantum Organizations*. New York: Davies-Black.
- Koç, U.** (2004). Komplekslik yaklaşımı ve bilgi yönetimi. *Osmangazi Üniversitesi 3. Ulusal Bilgi, Ekonomi ve Yönetim Kongresi*, Eskişehir, Türkiye, 25-26 Kasım.
- Koçel, T.** (2003). *İşletme Yöneticiliği*. İstanbul: Beta Basım Yayım.
- Köseoğlu, M. A.** (2008). İşletmeler var olma sebeplerini nasıl ifşa ederler?: kobilerin misyon ifadeleri üzerine bir araştırma. *Yönetim ve Ekonomi*, 15/2, 89-97.
- Kuhn, T. S.** (1962). *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago: University of Chicago Press.
- Kulaklı, A.** (2005). Yeni ürün geliştirme sürecinde bilgi paylaşımının önemi ve bir uygulama. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 8, 99-114.

- Kyriazis, D. and Anastassis, C.** (2007). The validity of the economic value added approach: an empirical application. *European Financial Management*, 13, 71-100.
- La Mura, P.** (2005). Decision theory in the presence of uncertainty and risk. *Quelle: HHL-Arbeitspapier*, 68, 11.
- Landauer, R.** (1961). Irreversibility and heat generation in the computing process. *Journal of Res. Dev.*, 5, 183.
- Lanjouw, J. O. and Schankermann, M.** (2004). Patent quality and research productivity: measuring innovation with multiple indicators. *Economic Journal*, 114, 441-465.
- Lawless, W. F.** (2002). *Adversarial Collaboration Decision-Making: An Overview of Social Quantum Information Processing*. Georgia: Paine College Press.
- Lawless, W. F.** (2003). *A Quantum Approach to Multi-Agent Systems (MAS), organizations*. Georgia: Paine College Press.
- Lee, C.** (2006). *Uses of Quantum Measurements: Conceptual, Theoretical Frameworks for Measurements and Collapse-Free Posterior Value Ascription*. Minnesota: University of Minnesota Press.
- Levine, J. M. and Moreland, R.L.** (1998). *Small Groups, Handbook of Social Psychology*. New York: McGraw-Hill.
- Makki M. and Lodhi S.** (2009). Impact of intellectual capital on return on investment in pakistani corporate sector. *Austr. J. Basic Appl. Sci.*, 3, 2959-2987.
- Mitri, M.** (2003). Applying tacit knowledge management techniques for performance assessment. *Computers & Education*, 41/2, 173-189.
- Mogiliansky, L., Zamir, A. and Zwirn, H.** (2003). *Type Indeterminacy: A model of the KT*. Jerusalem: Hebrew University of Jerusalem Press.
- Morrison, M. A.** (1996). *Understanding Quantum Physics*. New Jersey: Prentice Hall, Englewood.
- Neely, A.** (1999). The performance measurement revolution: why now and what next?. *International Journal of Operatios & Production Management*, 19:2, 206.
- Nielsen, M. A. and Chuang, I.L.** (2000). *Quantum Computation and Quantum Information*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Nonaka, I. and Konno, N.** (1998). The concept of Ba: building a foundation for knowledge creation. *California Management Review*, 40/1, 40-54.
- Norma, J.** (2006). The relationship between intellectual capital and new venture performance: an empirical investigation of the moderating role of the environment. *Journal of Intellectual Capital*, 11, 559-570.
- Noyan, F.** (2009). Türkiye’de cep telefonu cihazı pazarında marka sadakati için bir model denemesi. *ODTÜ Gelişme Dergisi*, 36, 121-159.



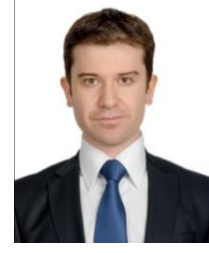
- O'Brien, J. A.** (1999). *Management Information Systems, Managing Information Technology In The Internetworked Enterprise*. Boston: Mc Graw-Hill.
- Okçu, M. and Dulupçu, M.** (2000). Chaos and quantum theories: possibilities and implications for economics and management sciences. *ITU International Congress On Management Sciences*, Istanbul, Turkey, 10-13 May.
- Overman, E. S.** (1996). The new science of management: chaos and quantum theory and method. *Trinity Symposium on Public Management Research at Trinity University*, 6/1, 75-89.
- Özkaya, M., Kocakoç, İ. ve Karaa, E.** (2006). Yöneticilerin örgütsel bağlılıkları ve demografik özellikleri arasındaki ilişkileri incelemeye yönelik bir alan çalışması. *Yönetim ve Ekonomi*, 13/2.
- Pantea, M.** (2008). The managerial performances evaluation through the economic value added. *European Research Studies*, 11, 83-100.
- Pauleen, D. J. and Mohammed, N.** (2005). Cognition, Quantum Skills, and Knowledge Management in the Criminal Investigation Process: A conceptual Model, Knowledge Management in Asia-Pacific 2005, Building a Knowledge Society: Linking Government, Business, Academia and the Community. Wellington, New Zeland.
- Penrose, R.** (1994). *Shadows of the Mind*. Oxford: Oxford Univ. Press.
- Perez, J. R. and Pablos, P. O.** (2003). Knowledge management and organizational competitiveness: a framework for human capital analysis. *Journal of Knowledge Management*, 7, 82-91.
- Piotrowski, E. W. and Sladkowski, J.** (2003). An invitation to quantum game theory. *International Journal of Theoretical Physics*, 42, 1089.
- Pospiech, G.** (2000). Uncertainty and complementarity: the heart of quantum physics. *Physics Education*, 35(6), 393-399.
- Rae, A. I. M.** (2008). *Quantum Mechanics*. USA: Taylor & Francis Group.
- Rauschenbeutel, A., Bertet, P., Osnaghi, S., Nogues, G., Brune, M., Raimond, J. M. and Haroche, S.** (2001). Controlled entanglement of two field modes in a cavity quantum electrodynamics experiment. *Phys. Rev. A*, 64, 53.
- Sanders, T. I.** (1998). *Strategic Thinking and the New Science*. New York: Simon and Schuster.
- Schoonhoven, C. B., Meyer, A. D. and Walsh, J. P.** (2005). Moving beyond the frontiers of organization science. *Organization Science*, 16/5, 453-455.
- Schrödinger, E.** (1935). *Quantum Theory of Measurement*. Princeton: Princeton University Press.
- Segal, W. and Segal, I. E.** (1998). The Black-Scholes pricing formula in the quantum context. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 95, 4072-4075.

- Shannon, C. E.** (1948). A mathematical theory of communication. *The Bell Sys. Tech. Journal*, 27, 379-423.
- Sharma, A. K. and Kumar, S.** (2010). Economic value added literature review and relevant issues. *International Journal of Economics and Finance*, 2, 200-220.
- Shelton, C. K, and Darling J. R.** (2001). Quantum skills model in management: a new paradigm to enhance effective leadership. *Leadership and Organization Development Journal*, 22/6, 264-273.
- Shelton, C. D., McKenna, M. K. and Darling, J. R.** (2002). Quantum Organizations: Creating Networks of Passion Sand Purpose, Submitted to Managing the Complex Conference.
- Shelton, C. D. and Darling, J. R.** (2004). From chaos to order: exploring new frontiers in conflict management. *Organization Development Journal*, 22/3, 22.
- Soros, J.** (1987). *The Alchemy of Finance. Reading of Mind of the Market*. New York: J. Wiley and Sons, Inc.
- Stacey, R.** (1996). *Complexity and Creativity in Organizations*. San Francisco: Berrett-Kochler.
- Şahin, M.** (2000). *Yönetim Bilgi Sistemi*. Eskişehir: Birlik Ofset Yay.
- Şengör, A. M. C.** (1999). *Akil, Bilim, Deprem, İnsan*. İstanbul: Yapı Kredi Kültür Yayınları.
- Tan, H. P., Plowman, D. and Hancock. P.** (2007). Intellectual capital and financial returns of companies. *Journal of Intellectual Capital*, 8/1, 76-95.
- Taşcı, D.** (2000). İnsan kaynakları yönetimi ve kurumsallaşma. *Kurgu Dergisi*, 17, 171-182.
- Terhal, B. M., Wolf, M. and Doherty, A. C.** (2003): Quantum entanglement: It's not your grandfather's quantum mechanics. *Physics Today*, 46-51.
- Ting, S.** (1999). *The Bible According to Einstein: A Scientific Complement to The Holy Bible for The Third Millennium*. USA: Jupiter Scientific Publishing Company.
- Tittel, W., Brendel, J., Zbinden, H. and Gisin, N.** (1998). Violation of Bell inequalities by photons more than 10 km apart. *Phys. Rev. Lett.*, 81, 3563-3566.
- Tseng, C. Y. and Goo, Y. J. J.** (2005). Intellectual capital and corporate value in an emerging economy: empirical study of taiwanese manufacturers. *R&D Management*, 35/2, 187-201.
- Turgut, S.** (2000): Parçacıklar telepati yaparlar mı?. *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*, Ekim,40-44.
- Türkdoğan, O.** (1989). *Bilimsel Değerlendirme ve Araştırma Metodolojisi*. İstanbul: MEB Yayınları.
- Visaltanachoti, N., Luo, R. and Yi, Y.** (2008). Economic value added and sector returns. *Asian Academy of Management Journal of Accounting & Finance*, 4, 21-41.

- Von Neumann, J.** (1955). *Mathematical Foundations of Quantum Mechanics*, Princeton: Princeton University Press.
- Wang, W. Y. and Chang, C.** (2005). Intellectual capital and performance in causal models: evidence from the information technology industry in Taiwan. *Journal of Intellectual Capital*, 6-2, 222-236.
- Weick, K. E., and Quinn, R. E.** (1999). Organizational change and development. *Annual Review of Psychology*, 50, 361-386.
- Wells, C. M.** (2009). Leadership, Quantum Mechanics and the Relationship with Professional Learning Communities, produced by The Connexions Project and licensed under the Creative Commons Attribution License.
- Wermter, M.** (1996). *Stratejik Proje Yönetimi*. İstanbul: Evrim Yayınevi.
- Wheatley, M.** (1992). *Leadership and the New Science*. San Francisco: Berrett-Kochler.
- Wodkiewicz, K., Wang, L. and Eberly, J. H.** (1993). Perfect correlations of three-particle entangled states in cavity QED. *Phys. Rev. A*, 47, 3280-3282.
- Yalama, A., and Coskun, M.** (2007). Intellectual capital performance of quoted banks on the Istanbul stock exchange market. *Journal of Intellectual Capital*, 8/1, 256-271.
- Zohar, D.** (1997). *Rewiring the Corporate Brain*, San Francisco: Berrett-Kochler.
- Singh, A. P.** (2011). Towards a unified theory for physical and economic sciences: a mapping between some physical and economic laws. Alındığı tarih: 15.08.2011, adres: [www.indianfaculty.com/Viewer\\_Articles/VA2/va2.html](http://www.indianfaculty.com/Viewer_Articles/VA2/va2.html).



## ÖZGEÇMİŞ



**Ad Soyad:** Abdullah ŞENYILMAZ

**Doğum Yeri ve Tarihi:** Konya, 24.05.1980

**Adres:** Yalı Yolu Sok. Kaya Sitesi E Blok D:314 Bostancı – İstanbul Türkiye

**Lisans Üniversitesi:**

**Doktora**

09.2006 - ..

**İstanbul Teknik Üniversitesi**

Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Müh. Bölümü

**Yüksek Lisans**

09.2003 - 08.2006

**İstanbul Teknik Üniversitesi**

Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Müh. Bölümü

**Tez:** Deneysel Tasarım Tekniklerini Kullanarak bir Kanban Üretim Kontrol Sisteminin Analizi ve bir Endüstriyel Tesiste Uygulaması

**Lisans**

09.1998 - 08.2003

**İstanbul Teknik Üniversitesi**

Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Müh. Bölümü

**Tez:** Rekabet Avantajı ve Porter'ın Kümeleme Stratejisinin Türk Turizm ve Deri Giyim Endüstrilerine Uygulanması

