

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TEKNOLOJİ TAHMİN YÖNTEMLERİ VE
BEYAZ EŞYA SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Gizem Karakan**

Anabilim Dalı : ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ

Programı : MÜHENDİSLİK YÖNETİMİ

OCAK 2009

**TEKNOLOJİ TAHMİN YÖNTEMLERİ VE
BEYAZ EŞYA SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Gizem Karakan
507051212**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 29 Aralık 2008
Tezin Savunulduğu Tarih : 19 Ocak 2008**

**Tez Danışmanı: Doç.Dr. Tufan Vehbi Koç (İ.T.Ü.)
Diğer Jüri Üyeleri: Doç.Dr. Mehmet Mutlu YENİSEY (İ.T.Ü.)
Doç.Dr. Ferhan ÇEBİ (İ.T.Ü.)**

OCAK 2009

ÖNSÖZ

Tez çalışmamda emeği geçen başta danışmanım Doç. Dr. Tufan Vehbi KOÇ olmak üzere, tez sırasında desteğini esirgemeyen aileme, çalışmayı gerçekleştirdiğim Arçelik şirketindeki yöneticilere teşekkür etmeyi bir borç bilirim.

ARALIK, 2008

GİZEM KARAKAN
Matematik Mühendisi

İÇİNDEKİLER

Sayfa

KISALTMALAR.....	vi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	viii
ÖZET.....	x
SUMMARY.....	xi
1. TEKNOLOJİ.....	1
1.1 Teknoloji Stratejisi.....	1
1.2 Teknoloji Edinimi.....	2
2. YENİLİK.....	4
2.1 Yenilik Nedir, Ne Değildir?.....	4
2.1.1 Farklılaşmış: Belirsizlik düşük, karmaşıklık düşük.....	6
2.1.2 Yenilikçi: belirsizlik yüksek, karmaşıklık düşük.....	6
2.1.3 Ağyapı: belirsizlik düşük, karmaşıklık yüksek.....	6
2.1.4 Karmaşık: Belirsizlik yüksek, karmaşıklık yüksek.....	6
2.2 Yenilik Nasıl Ortaya Çıkar?.....	6
2.3 Yenilik Çeşitleri.....	7
2.3.1 Teknolojik yenilik.....	8
2.4 Yeniliğin Kaynağı Olarak Ar-Ge Birimleri ve Organizasyonu.....	9
2.4.1 Girdi odaklı organizasyon.....	9
2.4.2 Çıktı odaklı organizasyon.....	11
2.4.3 Matris yapılı organizasyon.....	12
2.4.4 Uygun yapının seçilmesi.....	13
2.5 Yenilik Yapma'nın Organizasyonel Yapısı.....	14
3. TEKNOLOJİK TAHMİN.....	15
3.1 Teknolojik Tahmin Nedir?.....	16
3.2 Tahmin Yöntemleri.....	17
3.2.1 Delphi.....	19
3.2.2 Tarihi benzetim.....	20
3.2.3 Ekstrapolasyon.....	23
3.2.3.1 Büyüme eğrileri.....	24
Üst limitlerin belirlenmesi.....	27
Uygulama.....	29
Metot.....	29
3.2.4 Teknoloji değişim modeli (Fisher Pry).....	36
3.2.4.1 Teknoloji değişiminde değişkenlerin belirlenmesi.....	41
3.2.5 Trend analizi.....	41
3.2.5.1 Düzensiz model.....	41
3.2.5.2 Sabit model.....	42
3.2.5.3 Trend Modeli.....	42
3.2.5.4 Dönemsel Model.....	43
3.2.5.5 Sabit Serilerde Tahmin.....	43

Hareketli ortalama.....	43
Örnek.....	44
Üstel düzleme yöntemi.....	45
Örnek.....	46
Trend tabanlı tahmin modelleri.....	47
Lineer regresyon analizi.....	47
Çift üstel düzleme yöntemi.....	48
Örnek.....	48
3.2.6 Nedensel modeller.....	50
3.2.7 Olasılık yöntemleri.....	51
3.2.7.1 Dağılımın stokastik hücresele özdevinir modeli.....	51
3.2.7.2 Uygulama.....	53
4. BUZDOLAPLARINDA ISI YALITIM MALZEMESİ OLARAK VIP ve POLİÜRETAN KULLANIMI ÜZERİNE UYGULAMA.....	55
4.1 Isı Yalıtımı.....	55
4.1.1 Poliüretan.....	56
4.1.2 Vakumlu yalıtım malzemesi (VIP).....	57
4.2 Patent Analizi.....	58
4.2.1 Yöntemin seçimi.....	58
4.2.2 VIP Patent Araştırması.....	59
4.2.3 Poliüretan patent araştırması.....	66
4.2.4 Poliüretan - VIP teknoloji değişim modeli (Fisher Pry).....	71
4.3 Sonuç.....	74
5. SONUÇLAR.....	76
5.1 Sonraki Çalışma.....	78
KAYNAKLAR.....	79
ÖZGEÇMİŞ.....	81

KISALTMALAR

OECD	: Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü
GPS	: Küresel Konumlandırma Sistemleri
VIP	: Vakumlu Yalıtım Paneli
EPB	: Ekspende Polistiren
PUR	: Poliüretan
ICB	: Genleştirilmiş Perlik
JP	: Japonya
US	: Amerika
EP	: Avrupa

ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 3.1 : Pearl ve Gompertz eğrilerinin karşılaştırılması.....	27
Çizelge 3.2 : Verimlilik için üst limit değişiminin etkileri.....	28
Çizelge 3.3 : Orta nokta değişimi.....	28
Çizelge 3.4 : Küresel Pazardaki 1993-2005 arası GPS çıktı değerleri.....	30
Çizelge 3.5 : GPS ürün yaşam döngüsü.....	32
Çizelge 3.6 : GPS birikimli çıktı değerleri.....	34
Çizelge 3.7 : Dönem talep değerleri I.....	44
Çizelge 3.8 : Dönem talep değerleri II.....	46
Çizelge 3.9 : Dönem talep değerleri III.....	49
Çizelge 3.10: Hücrel özdevinir model.....	53
Çizelge 4.1 : VIP patent sayıları.....	62
Çizelge 4.2 : VIP teknoloji büyüme eğrisi.....	65
Çizelge 4.3 : Poliüretan patent sayıları.....	66
Çizelge 4.4 : Poliüretan teknoloji büyüme eğrisi.....	70

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Karmaşıklık - belirsizlik matrisi.....	6
Şekil 2.2 : Teknolojik yenilik için ikili model... ..	8
Şekil 2.3 : Bilimsel disipline göre organizasyon.....	9
Şekil 2.4 : Faaliyet türüne göre organizasyon.....	11
Şekil 2.5 : Ürün hattına göre organizasyon.....	12
Şekil 2.6 : Projeye göre organizasyon.....	12
Şekil 2.7 : Matris yapıları organizasyon.....	13
Şekil 3.1 : Teknolojik gelişme süreci.....	16
Şekil 3.2 : Teknoloji tahmin yöntemleri aşamaları.....	18
Şekil 3.3 : Tarihi benzetim.....	20
Şekil 3.4 : Renkli televizyon satış tahminleri.....	22
Şekil 3.5 : Ekstrapolasyon yönteminin oluşumu.....	23
Şekil 3.6 : Ekstrapolasyon çeşitleri.....	24
Şekil 3.7 : GPS çıktı değerleri.....	31
Şekil 3.8 : Büyüme oranları.....	32
Şekil 3.9 : Eğilim doğrusu.....	33
Şekil 3.10: Pearl Eğrisine oturtulmuş GPS değerleri.....	35
Şekil 3.11: Gps tahmini sonuç grafiği.....	36
Şekil 3.12: Elektronik basın ile yazılı basının karşılaştırılması.....	38
Şekil 3.13: Amerika müzik kayıt cihazlarının birim satışları.....	39
Şekil 3.14: Amerika müzik kayıt cihazlarının yeni girecek teknolojik ürünle beraber teknolojik değişim modeli.....	40
Şekil 3.15: Amerika taşımacılık piyasasının teknolojik değişim modeli.....	40
Şekil 3.16: Sabit model.....	42
Şekil 3.17: Trend modeli.....	42
Şekil 3.18: Dönemsel model.....	43
Şekil 3.19: Gerçek verilerle elde edilen modellerin kıyaslanması.....	45
Şekil 3.20: Verilerin kıyaslanması.....	47
Şekil 3.21: Tahmin ve gerçek verilerin grafiği.....	50
Şekil 3.22: Adopterların sayısının zamana göre eğrisi.....	52
Şekil 4.1 : İncelenen patentlerin ülkelere göre dağılımı.....	59
Şekil 4.2 : İncelenen patentlerin firmalara göre dağılımı.....	60
Şekil 4.3 : VIP için alınan patent sayıları.....	61
Şekil 4.4 : VIP patent sayılarının grafiği.....	63
Şekil 4.5 : VIP patent sayılarının pearl eğrisi.....	64
Şekil 4.6 : VIP patent sayılarına göre gelecek tahmini.....	64
Şekil 4.7 : Poliüretan patent sayıları.....	68
Şekil 4.8 : Poliüretan patent sayılarının birikimli değerleri.....	69
Şekil 4.9 : Poliüretan patent sayıları pearl eğrisi.....	70
Şekil 4.10 : VIP ve Poliüretan patent sayıları.....	71

Şekil 4.11 : VIP ve Poliüretan pazar payları.....	72
Şekil 4.12 : VIP ve Poliretan Fisher Pry eğrisi.....	73
Şekil 4.13 : VIP ve Poliüretan tahmini için genişletilmiş Fisher Pry Eğrisi.....	74

TEKNOLOJİ TAHMİN YÖNTEMLERİ VE BEYAZ EŞYA SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA

ÖZET

Teknoloji tahmini uzun dönemdeki teknolojik seviyenin ve bu seviyedeki teknolojinin etkilerinin incelemek için kullanılır. Diğer planlama tekniklerinden henüz üretilmemiş ürün ve yöntemleri tahmin etmesi yönüyle ayrılır. Günümüzün hızlı değişen pazarında, teknolojik tahmin, organizasyonlarda yeni ürünlerin piyasaya sürülmesindeki başarıyı tahmin etmek açısından resmi bir hale dönüşmüştür. Tahmini yapan kişinin görevi, teknolojinin limitlerinin artık aşılmaya başladığını gözler önüne sermek ve yeni ihtiyaçlar doğduğunu ortaya koymaktır. Detaylı alt grupları olmakla birlikte tahmin yöntemleri genel olarak niceliksel ve niteliksel yöntemler olmak üzere ikiye ayrılır. Araştırmacı bu iki grupta bulunan yöntemleri birlikte kullanmak zorunda kalabilir.

Çalışmanın amacı, firmaların, ürünlerinde kullanacakları teknolojileri belirlerken, bu teknolojilerin geleceğini görebilmek ve buna göre yatırımlarını ve kaynaklarını hangi teknolojiye ne kadar süre ayıracıklarını en doğru şekilde belirlemelerini sağlamaktır. Teknolojik tahmin özellikle araştırma geliştirme departmanlarında oldukça fazla kullanılan bir yöntemdir.

Bu çalışmada teknoloji tahmin yöntemleri anlatıldıktan sonra kullanım alanlarına göre tekniklerin birbirlerine göre üstün ve zayıf yönleri tanımlanacaktır. Daha sonra beyaz eşya sektöründe buzdolaplarında yalıtım teknolojisi seçilerek, bu teknolojiye ait kullanılan ürünler ve bu ürünlerin performans kriterleri tanımlanacak ve bu kriterlerin içinde bulunduğu problem alanı için en uygun yöntem seçildikten sonra tahmin uygulaması gerçekleştirilecektir.

Uygulama sırasında yalıtım teknolojisinde kullanılan iki teknolojiyle ilgili patent verileri detaylı bir şekilde incelenmiş, daha sonra her bir teknoloji için Pearl eğrisi ve teknoloji değişim modeli oluşturulmuştur. Oluşturulan bu modeller sonucunda da, kullanılan ve kullanılması planlanan teknolojiler için gelecek tahmini yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda, buzdolaplarında şu anda kullanılan teknolojilerin kaç yıl süreyle daha kullanılacağı ve piyasaya yeni bir ürünün ne zaman geleceği öngörüsü yapılmıştır.

TECHNOLOGICAL FORECASTING METHODS AND AN APPLICATION ON WHITE GOODS SECTOR

SUMMARY

Technological forecasting is used for defining the long term technological level and the effects of this level of technology. It differs from other planning technics that it can predict the products and methods which have not produced yet. Today's fast changing market, technological forecast became an official method for organizations success forecasts in new product. The forecaster's mission is to show that the limits of the technology is exceeded and new demands are arisen. In general, technological forecasting methods are divided into two groups, all these groups have some subgroups. The researcher can use these methods together sometimes.

The aim of this work is to see the future of the technologies which the companies use in their products. Besides, helping to companies to determine to allocate the sources and investments to which technology and how long time. Technological forecasting is mostly used in research and development departments in companies.

In this work, firstly technology and methods of technological forecasting will be described in detail. Then, isolation technology in white goods sector were chosen. Products in this technology, the performance criteria and the problem areas for these technologies will be defined. Later the best method was chosen. In the application two technology is studied carefully. Patent analysis is used for technology forecasting. Pearl curve and technology substitution curves were created from patent analysis. From these models, forecasts were made.

1. TEKNOLOJİ

Teknoloji insanlık tarihi ile başlamıştır. İki milyon yıl önce silah, araç ve gereçlerin yapılmaya başlandığı taş devri ile başlayan teknoloji evrimi, bronz ve demir çağlarının ardından 1800 lü yıllarda insan ve hayvan gücünün çok üstünde işler yapabilen buhar makinelerinin icadıyla başlayan endüstri devrimi ile ivmesini arttırıp, 2000 li yıllarda büyük ölçüde bilgi yoğun yapılara dönüşmüştür [1].

Bu evrimden hareketle teknolojiyi, hayatlarının kolaylaştırmak ve iyileştirmek için insanların kullandığı araç ve sistemleri geliştirebilmenin bilgisi olarak tanımlayabiliriz. Teknolojiyle ilgili her şeyde insan vardır. Teknoloji sözlükte şöyle tanımlanmaktadır:

- a- Bilimin özellikle endüstri veya ticari amaç için uygulanması
- b- Ticari veya endüstriyel amacın gerçekleştirilmesi için bilimsel metot veya materyallerin kullanımı

Teknoloji; mamul ve hizmetin geliştirilmesi, üretilmesi ve kullanıcıya teslim edilmesi için gereken araçların kullanılma yoludur. Bu araçlar; bilgi, insan, malzeme, donanım, vb. elemanlardan oluşur. Ya da kısaca bilgiyi ürüne dönüştürme yoludur. Teknoloji kelimesi bilim kökenli gibi görünse de gerçekte kullandığımız teknoloji ürünlerinin çoğu bilim kökenli değildir. Çok basit prensipler sonucu ortaya çıkmışlardır.

1.1 Teknoloji Stratejisi

Teknoloji stratejisi organizasyonun stratejik avantaj sağlamak için teknolojiyi nasıl seçtiği ve kullandığı ile ilgilidir. Teknoloji stratejisi oluşturulurken “ne olduğumuz”, “nereye gitmek istediğimiz” ve “nasıl gideceğimiz” sorularına yanıt bulunmaya çalışılır. Teknoloji stratejisi oluşturmak “takipçi mi öncü mü olunmalı?”, “ne zaman ve nasıl yenilik yapılmalı?” gibi sorulara yanıt sağlamalıdır.

Teknoloji stratejisi, kuruluş içindeki tüm yöneticilerin anlayacağı bir dilde ifade edilmelidir. Strateji oluşturmak sürekli bir döngüdür, deneyimlerden öğrenilenler

stratejiye aktarılır. Teknoloji strateji oluşturmada bunlara ek olarak, firmanın öğrenmeyi bireylerine yaymak için kullandığı yönetsel süreç de önemlidir [2].

Teknoloji strateji seçeneklerini değerlendirirken;

- Seçilen stratejiyi destekleyecek teknolojik altyapının durumu,
- Seçilen strateji ile mevcut iç ve dış teknolojik üstünlük alanlarının uyumu ve
- Seçeneklerin uygulanabilirliği dikkate alınmalıdır.

Strateji seçiminde hatalar genellikle firmaların kendi yeteneklerini olduğundan fazla görerek, destekleyemeyecekleri stratejileri seçmelerinden kaynaklanmaktadır. Seçenekleri değerlendirirken diğer bir önemli konu ise firmanın ayırt edici teknolojik üstünlüğüdür. Yenilikler teknolojik üstünlük alanları ile uyumlu olduğunda başarıya ulaşmak daha kolay olur.

1.2 Teknoloji Edinimi

Teknoloji transferi kimi zaman teknolojinin lisans yoluyla edinimi, kimi zaman teknoloji gömülü donanım satın alımı olarak tanımlanır. Bazen de firmanın daha önce yapamadıklarını yapmak amacıyla dışarıdan bilgi edinmesi de olabilir. İşletmeler teknoloji stratejilerini hayata geçirirken hangi teknolojileri, nasıl edineceklerine karar verirler.

Teknoloji edinimine ilişkin mükemmel tek bir yöntem yoktur. Her yöntemin kendi içinde avantaj ve dezavantajları vardır. Burada önemli olan firmanın kendi koşullarını iyi tanımlaması ve duruma en uygun yöntemi seçebilmesidir. Olası teknoloji edinim yöntemleri firma içi Ar-Ge çalışmalarından başlayarak şöyle sıralanabilir.

1. Firma içi Ar-Ge çalışmaları
2. Tersine mühendislik
3. Teknoloji transferi ve özümseme
4. Kontrol esaslı Ar-Ge
5. Stratejik Ar-Ge ortaklığı
6. Lisans alımı

7. Satın alma
8. Teknoloji sahibi firma ile risk ortaklığı
9. Teknoloji firmasının satın alımı

Yeni teknolojilerin firmada uygulanmaya başlaması, firma süreçlerinde değişikliğe neden olur. Firmanın ayakta kalmayı başarabilmesi ve büyüebilmesi için risk ve zorluklar içeren bu değişimleri yönetebilmeleri gerekir.

2. YENİLİK

Rekabetçi pazarda ayakta kalabilmek için ürünlerin, üretim ve yönetim süreçlerinin değiştirilmesi gerekir. Değişme ihtiyacı olduğunu fark etmeyen işletmeler zamanla yok olma durumundadır. Teknolojik değişimin varlığını kabul etmek ve bunun avantajından yararlanmak gerekir. Değişiklikleri başarıya dönüştürmek için nereye doğru gidildiği bilinmeli, yani değişim yönlendirilmeli ve yönetilmelidir [1,2].

Değişikliklerin mutlaka radikal yenilikler içermesi gerekmez. Küçük adımlarla ama doğru yöne yapılan, sistematik, sürekli ve biriken iyileştirmeler mutlaka büyük başarılar getirir.

Yenilikçilik, teknoloji temelli bir buluşun geliştirme, üretim ve pazarlama yoluyla ticarileştirilmesini sağlayan bir fırsatın algılanmasıyla başlayan iteratif bir süreçtir. (OECD)

2.1 Yenilik Nedir, Ne Değildir?

Yenilik iki kısımdan oluşur:

- Fikrin veya buluşun oluşumu
- Bu buluşun bir işe veya faydalı bir kullanıma dönüştürülmesi

Diğer bir biçimde ifade etmek gerekirse yenilik, buluş + değerli hale dönüştürme, toplamına eşittir [3].

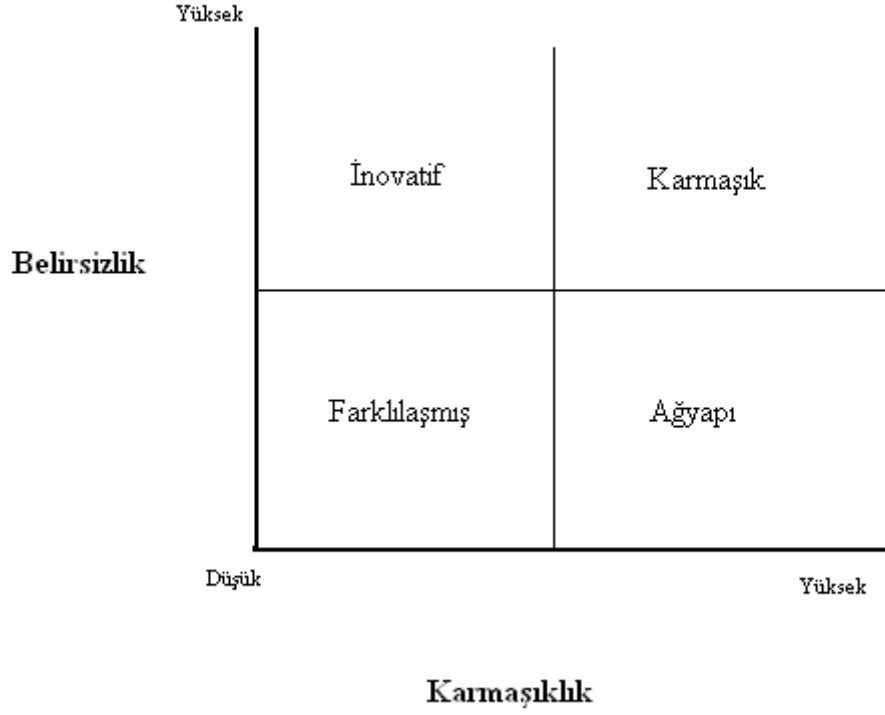
$$\text{YENİLİK} = \text{BULUŞ} + \text{DEĞERLİ HALE DÖNÜŞTÜRME}$$

Yenilikçilik, öğrenme ve değişim ile doğrudan ilgili ve çoğunlukla riskli ve maliyetlidir. Yenilikçilik belirsizdir, başarılı sonuçları kadar başarısız sonuçları da vardır. Üst yönetimin riski kabul etmesi ve başarılı yeniliği sağlamak için desteğinin olması gerekir. Başarılı bir yenilikçi organizasyonda kişiler fikirlerini ürüne dönüştürme fırsatı bulurlar.

Yeniliği sadece ar-ge birimleri veya laboratuvarlarında yapıldığını varsaymak artık günümüzde doğru değildir. Yenilikçilik, üretim, pazarlama, idari, satın alma ve diğer birçok fonksiyonu içine alan kurumsal boyutta bir süreç olarak değerlendirilmektedir. Yenilik yeni bir düşünce biçimi ya da bu düşüncesin sonucu olarak ortaya çıkmış bir ürün olabilir.

Yenilikçilik problem çözmek için değişik bakış açılarının bir araya getirilmesi eylemini içerir, dolayısıyla ekip çalışması gerektirir, dolayısıyla ekip çalışması gerektirir. Projenin başarısı etkin ve verimli bir ekip kurulmasına doğrudan bağlıdır. Yenilik bilgiye dayalıdır. Yeniliğin başarısını etkileyen faktörlerden biri de bilgi akışının ve iletişimin düzgün, sürekli ve doğru olmasıdır [1,2,3].

Yeniliği organize etmek ve yönetmek için ne “en iyi” model, ne de başarılı yenilik için herkesçe bilinen bir formülasyon vardır. Literatür taramaları ve son araştırmalar yenilikçiliğin yönetilmesine ve organizasyon biçimine etki eden iki değişken olduğunu göstermektedir. Bunlardan biri belirsizlik, diğeri de karmaşıklıktır. Belirsizlik teknoloji ve ürün pazarındaki değişim hızına bağlıdır. Karmaşıklık ise teknoloji ve organizasyonel ilişkilerin bir fonksiyonudur. Karmaşıklık her zaman belirsizliği doğurmaz veya tam tersi belirsizlik de karmaşıklık demek değildir. Şekil 2.1 belirsizlik ve karmaşıklık ekseninde farklı organizasyonel yapıları tanımlamaktadır [2].



Şekil 2.1: Karmaşıklık belirsizlik matrisi.

2.1.1 Farklılaşmış: Belirsizlik düşük, karmaşıklık düşük

Bu durumda ürün çeşitliliği önemli bir unsur ve pazar rekabeti kritiktir → Ürün / Pazar esaslı çoklu birim yapılanması

2.1.2 Yenilikçi: belirsizlik yüksek, karmaşıklık düşük

Bilimsel ve teknolojik yetkinlikler etken → fonksiyonel yapılanma

2.1.3 Ağyapı: belirsizlik düşük, karmaşıklık yüksek.

Proje yönetimi etken → proje esaslı yapılanma

2.1.4 Karmaşık: Belirsizlik yüksek, karmaşıklık yüksek.

Bu durumda esneklik, bütünleşme ve öğrenme gibi birçok yetkinliğin var olması gerekli → ağyapı tipi yapılanma

2.2 Yenilik Nasıl Ortaya Çıkar?

Yenilik, bir ihtiyaç, tasarım veya her ikisinin bileşimi tarafından tetiklenir, farklı şekillerde ortaya çıkar ve girişimcilikte olduğu gibi yaratıcılık gerektirir.

Thompson'a göre yenilik, girişimcinin kullandığı bir araçtır ve her ikisi de, yani yenilikçilik ve girişimcilik, bir yaratıcılık potansiyeli gerektirir. Yaratıcılık ise merak ve gözlemle alakalı olup, çoğunlukla beklenmedik ve öngörülemez bir şekilde ortaya çıkan, çözüm bekleyen bir problem veya ifade edilmesi gereken bir fikir tarafından tetiklenir. Yeniliğin kaynağı ile ilgili üç temel yaklaşım söz konusu olup bunlar tek başlarına ya da eş zamanlı olarak meydana gelebilirler [5,6]:

- Bir problemin olması ve bu probleme bir cevap arama durumunun oluşması
- Bir fikrin olması ve bu fikrin çözüm olabileceği bir problemin araştırılması
- Birbirini tamamlayan ihtiyaç ve tasarım ikililerinin tanımlanması

Burada hiç şüphesiz yaratıcılığın ön plana çıkması bakımından en düşükten en yükseğe doğru bir sıranın varlığı söz konusudur. Mevcut bir problemin varlığı, çözüm yönünde en büyük rehber olurken, bir fikrin çözüm olacağı bir durumun aranması çok daha fazla yaratıcılık gerektiren bir durumdur. Ortada ne bir fikir ne de ihtiyaç tanımlanmışken, her ikisini birlikte belirlemek ise en büyük yaratıcılık gerektiren durumdur [3].

Thompson, fikirlerin ortaya çıkmasında aşağıdaki kaynakların etken olduğunu ifade etmiştir [6];

- Yeni fikir ve buluşların türetilmesi üzere istihdam edilmiş personelin yer aldığı Ar-Ge birimleri,
- Organizasyonun farklı birimlerinden toplanmış ve özel bir proje üzerinde çalışan insanlar grubu,
- Bireysel olarak özgürce fikir üretme teşvik edilen çalışanlar,
- İnsanların etkileşimde bulunup, problemler ve durumlar üzerinde tartıştıkları gündelik olaylar.

2.3 Yenilik Çeşitleri

- Ürün yeniliği: Organizasyonun ürünlerindeki değişimler
- Süreç yeniliği: Üretim ya da iletim aşamasının yapılaş yöntemindeki değişiklikler

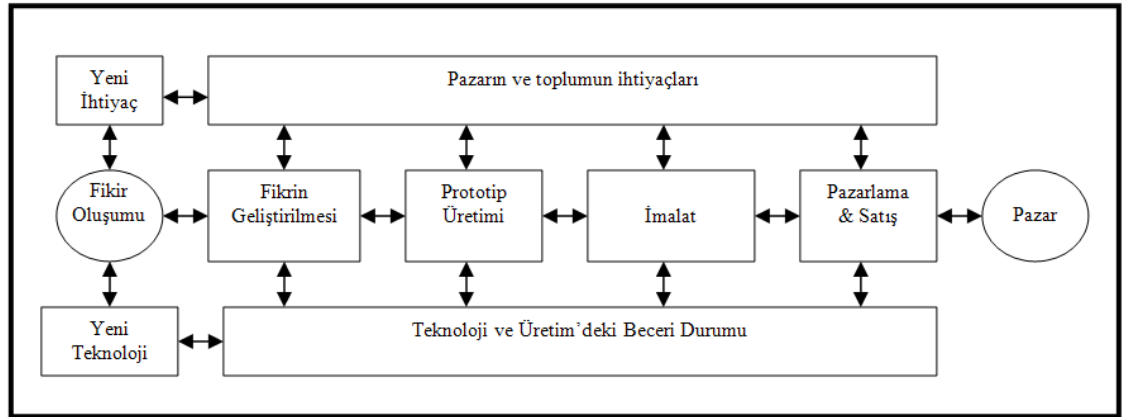
- Pozisyon yeniliği: Ürün veya servislerin bilgilendirme dönemindeki şartlar ve çevredeki değişiklikler
- Paradigma yeniliği: Organizasyonun düşünce yapısını oluşturan zihinsel modellerdeki değişiklik [2]

2.3.1 Teknolojik yenilik

Bir kişi, grup ya da organizasyonun aktiviteleri sonucu ortaya çıkmış, kaynak kullanımını kolaylaştıran ve sistemin daha efektif çalışmasını sağlayan teknolojik tabanlı bir süreçtir. Özel olarak yenilik teriminden farklı düşünülmemesi gerekir [2].

Teknolojik yeniliğin oluşturulması katma değer yaratan bir faaliyet olup, bu esnada organizasyonun kaynakları yeni bilgiyi yeni çıktıya dönüştürmek üzere yönlendirilirler. Bu süreç, temelde iki gücün etkisiyle şekillenir [3]:

- Pazarın çekici kuvveti
- Teknolojinin itici kuvvetidir.



Şekil 2.2. Teknolojik yenilik için ikili model

Modelde de görüldüğü üzere yeni teknoloji ve yeni ihtiyaçların birlikte ele alınması sonucunda teknolojik yeniliği üretecek fikir doğmaktadır. Ancak bu ikili etkileşim fikrin pazara kullanım olarak sunulması anına kadar sürecin tüm adımlarını kontrol altında tutmaya devam eder [3].

2.4 Yeniliğin Kaynağı Olarak Ar-Ge Birimleri ve Organizasyonu

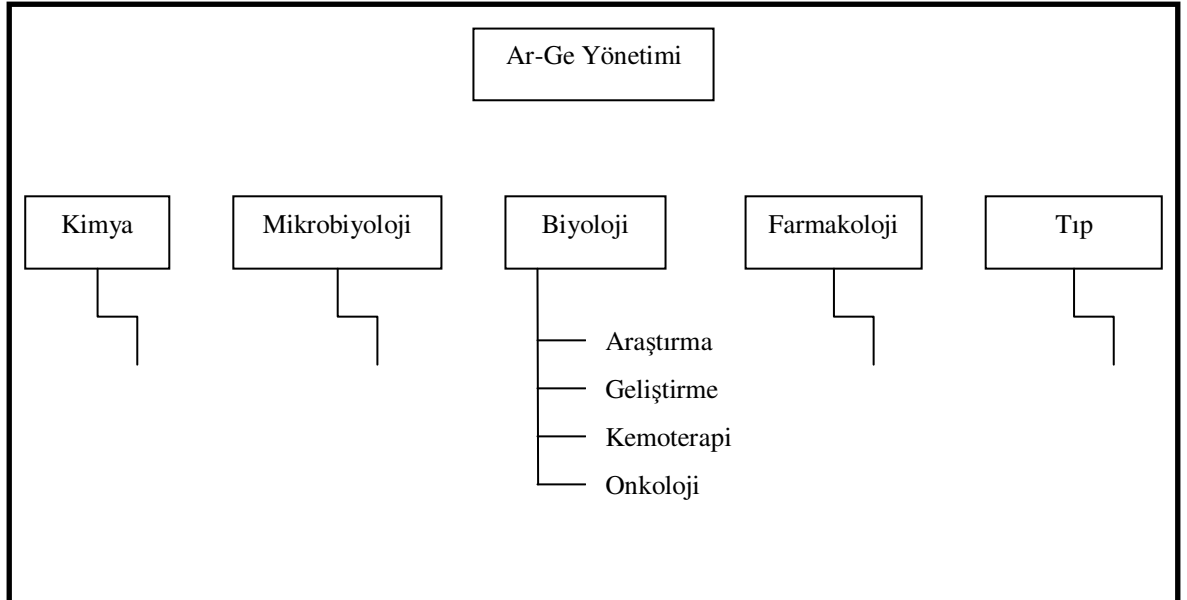
İleri teknoloji şirketlerinde fikirlerin esas kaynağı Ar-Ge birimlerindeki çalışanlardır. Çıktısı bir yenilik olan bu firmaların en önemli kaynağının, yani yenilikçi fikirlerin üretildiği bu birimlerin yapısal tasarımları, etkin çalışmaya imkan vermesi ve yaratıcılığı teşvik etmesi bakımından büyük önem taşır. Ar-Ge birimleri [3]:

- Girdi odaklı
- Çıktı odaklı
- Matris

Yapılarından birinde oluşturulabilir ve bunlar arasında yapılacak bir seçim kendine has avantaj ve dezavantajlara sahiptir.

2.4.1 Girdi odaklı organizasyon

Girdi odaklı bir organizasyon, bilimsel disiplin/ teknik alan gözetilerek veya Ar-Ge faaliyet alanı baz alınarak oluşturulabilir. Bilimsel disiplin/ teknik alan gözetilerek oluşturulmuş bir organizasyona, üniversiteler veya araştırma merkezi laboratuvarları örnek verilebilir. Aşağıda bu şekilde oluşturulmuş bir organizasyon yapısı mevcuttur [3]:



Şekil 2.3. Bilimsel disipline göre organizasyon.

Bu tür bir organizasyonun çok sayıda avantajı ve dezavantajı vardır [5]. Avantajları:

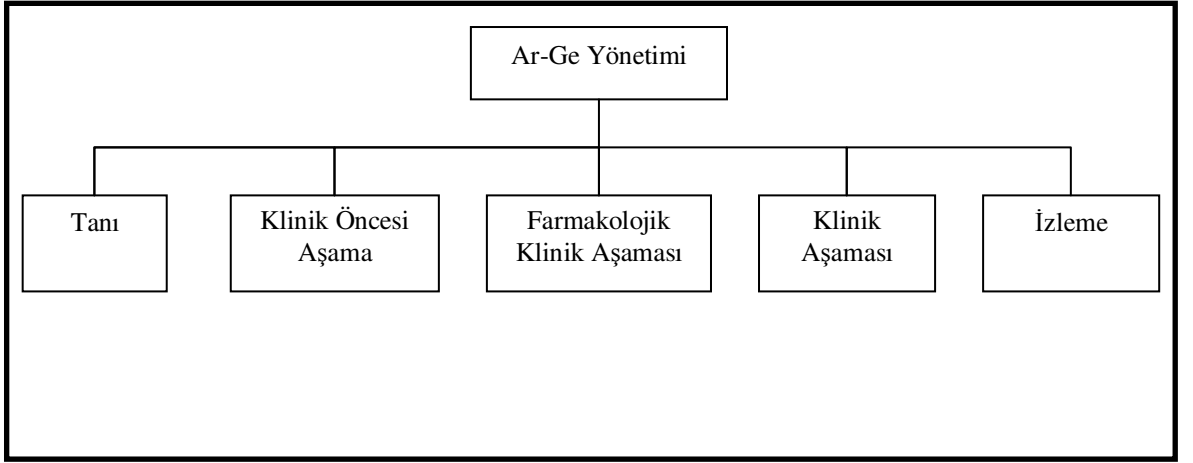
- ✓ Bilim adamlarının ve araştırmacıların bağımsız çalışmalarına izin verir,

- ✓ Tek bir disiplini içeren Ar-Ge faaliyetlerinden elde edilecek başarıların yönlendirdiği yenilikler için uygundur,
- ✓ Benzer teknik yetkinliğe sahip çalışanları bir arada tuttuğundan iletişimi ve etkileşimi destekler,
- ✓ Ar-Ge uzmanlarının kariyer gelişimlerini daha basit hale getirir,
- ✓ Her bir disiplinin kendi içinde en iyi uygulandığı kabulü altında ölçek ekonomisine imkan tanır.

Dezavantajları:

- ✗ Teknik değişimin ticarileştirilmesi anlamına gelen teknolojik yeniliğe odaklanma zayıftır,
- ✗ Farklı disiplinlerin entegrasyonu zordur. Bu yapı ise farklı uzman bilgilerin karıştırılıp harmanlanması önünde büyük bir engel teşkil eder,
- ✗ Bir yenilik projesi için uygun koşullar olan aciliyet hissini ve zaman baskısını sönmeler,
- ✗ Rijit veya esnek değil olarak tanımlanır.

Bir diğer girdi odaklı organizasyon ise Ar-Ge faaliyet alanı baz alınarak oluşturulur. Bu tür bir yapıda bilim adamları ve teknisyenler, Ar-Ge sürecinin aşamaları gözetilerek organize edilirler. Ar-Ge sürecinin adımlar ve aşamalar bakımından açıkça ifade edildiği ilaç sanayisinde bu tür yapılanma örneklerine rastlamak mümkündür. Bu tür bir yapının da temelde bilimsel disipline göre organize edilmiş yapıyla ortak avantaj ve dezavantajları mevcuttur. Aşağıda, Ar-Ge faaliyetine göre organize edilmiş bir yapı söz konusudur:



Şekil 2.4. Faaliyet türüne göre organizasyon[5].

2.4.2 Çıktı odaklı organizasyon

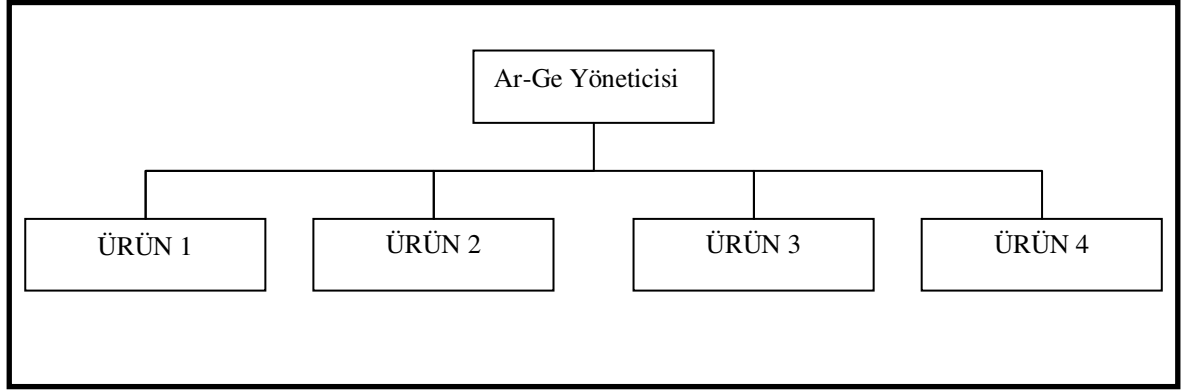
Çıktı odaklı bir organizasyon, ürün hattı veya proje gözetilerek oluşturulabilir. Bu tür bir yapı çoğunlukla farklı iş sahalarında faaliyet gösteren organizasyonlarda görülür [5]. Başlıca avantajları:

- ✓ Çalışanlar tatmin edilmesi gereken müşteriye yönelik organize edildikleri için yeniliğin yaratılmasına yönelmeleri sağlanır,
- ✓ Müşteri odaklılık söz konusudur,
- ✓ Yeni bir ürünün geliştirilmesi sürecinin idaresinde, yönetsel ve organizasyonel esneklik sunar,
- ✓ Kolay koordinasyona imkan tanır,
- ✓ Yeniliğin zaman ve maliyetine dikkat çeker.

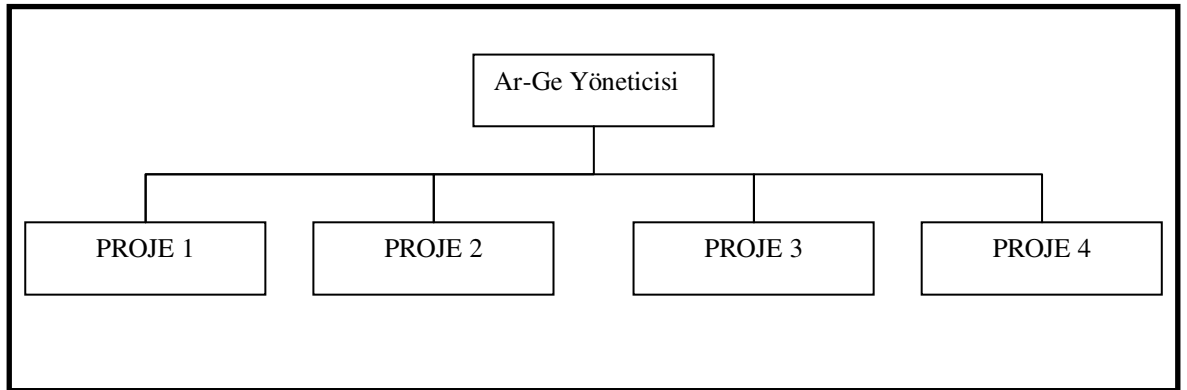
Çıktı odaklı bir organizasyonun başlıca dezavantajları,

- ✗ Ar-Ge çabaları her ürün veya proje için ayrı organize edildiği için kaynakların her ürün veya proje için yeniden kullanımı söz konusudur.
- ✗ Kaynak esnekliği düşük olabilir. Bazı kıt kaynaklar özel bir üretim hattına ait olduklarını hissediyorlarsa bu kaynakları bir ürün hattından diğerine taşımak mümkün olmayabilir. Bununla birlikte farklı işlerin yöneticileri de bu yönde engel teşkil edebilirler.
- ✗ Ar-Ge çalışanlarının bağımsız çalışma kabiliyetleri düşüktür, çünkü iş odaklılık yüksektir.

Aşağıda ürün hattına göre veya proje bazlı düzenlenmiş organizasyon yapılarına örnek verilmiştir:



Şekil 2.5. Ürün hattına göre organizasyon.



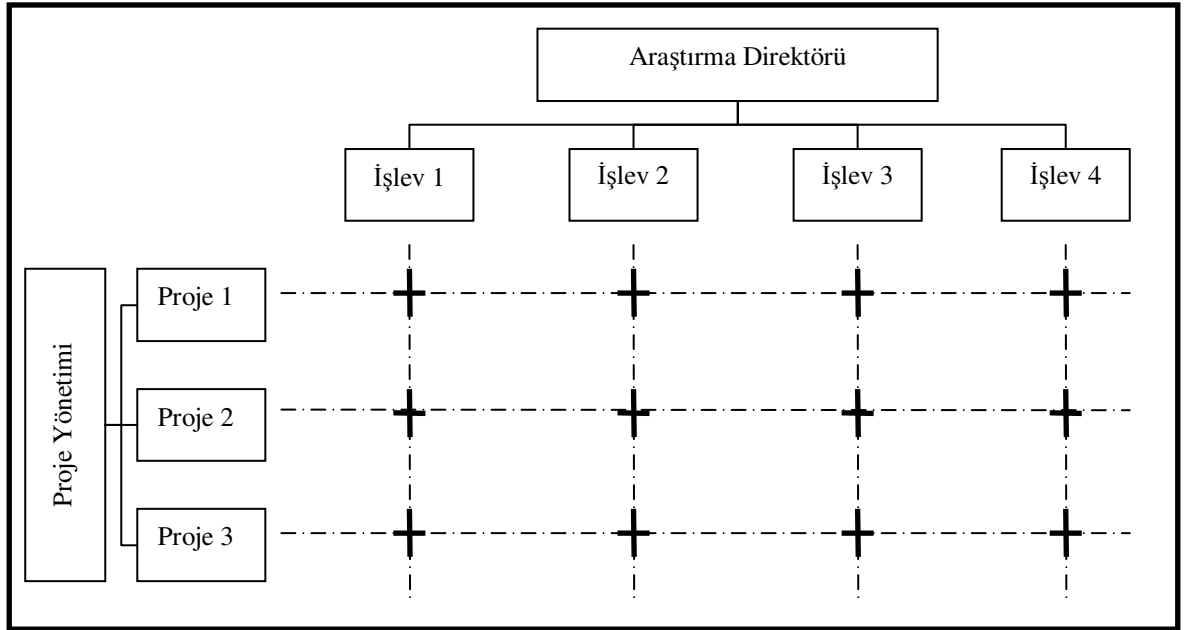
Şekil 2.6: Projeye göre organizasyon.

Projeye göre organizasyonda, teknik elemanlar kalıcı bir kritere göre değişmez bir yapıda organize edilirler. Proje başlar başlamaz ilgili yere atanırlar ve eğer herhangi bir projeye atanmamışlarsa yetkinliklerini geliştirmek ve kişisel yenilik fikirleri üretmek için boş zaman bulmuş olurlar. Bu tür bir organizasyonda ürün hattına göre organizasyonlarda görülen bölümler arası güçlü ayrımlar yapmaktan kaçınılır ve bu sayede kaynak esnekliği sağlanmış olur [5].

2.4.3 Matris yapılı organizasyon

Matris yapıda ise girdi ve çıktı odaklı organizasyonların avantajlarından birlikte yararlanmak üzere bu iki yapıdan karma bir yapı oluşturulmuştur. Organizasyonlar

her iki yapının avantajlarını yakalamak üzere tasarlanırlar. Bu şekilde iki yapının bir araya getirilmesi ise uygulamada kendini matris yapıda gösterir. Proje odaklı bakışın başka bir kriterle, ki bu girdi (bilimsel disiplin veya Ar-Ge faaliyeti) veya çıktı (ürün hattı) olabilir, birleştirilmesinin tipik sonucu matris yapılarıdır. En çok bilinen matris yapılar bilimsel disiplin – proje ikililerinden meydana gelir. Şu an en geniş çapta kabul gören yapı matris yapıdır [5]. Burgelman’a göre ileri teknoloji firmaları organizasyonel (ve özellikle hiyerarşik) bariyerlerden, farklı disiplinlerin yer aldığı proje takımları ve matris benzeri organizasyonel yapılarla kurtulmaya çalışmaktadırlar. Bu yapılar, işlevsel uzmanlarla, ürün veya pazar yöneticilerini etkileşim içinde çalıştırarak kısa dönemli problemleri çözmelerini amaçlar, organizasyonel ilişkileri tahmin edilemez hale getirir ve her bir çalışanın organizasyonda birden fazla rol üstlenmesini gerektirir[3]. Aşağıda matris yapıli bir organizasyonun oluşumu ifade edilmiştir.



Şekil 2.7: Matris yapıli organizasyon

2.4.4 Uygun yapının seçilmesi

Bir organizasyonel yapının seçilmesi kararı bir çok kriter tarafından etkilenir. Bunlar: (1) değişim oranı, (2) çeşitlilik, (3) teknolojik yenilik (4) birimler arası bağımlılık ve (5) ölçek ekonomisidir [3].

- *Değişim Oranı:* Eğer teknik disiplindeki değişim oranı projedekinden daha fazla ise bilimsel disiplini gözeten girdi odaklı organizasyon, tersi bir durum içinse çıktı odaklı organizasyon tercih edilir.
- *Çeşitlilik:* Ürün/ proje çeşitliliği ne kadar çok ise çıktı odaklı organizasyonel yapı tercih edilir.
- *Teknolojik Yenilik:* Teknoloji ne kadar yeni ve sofistike ise bilimsel disiplin gözetten yapılar tercih edilirler.
- *Birimler Arası Bağımlılık:* Bir ürün sınıfı için teknolojiler arasındaki bağımlılık ne kadar fazla ise çıktı odaklı yapılar tercih edilirler.
- *Ölçek Ekonomisi:* Büyük ekipmanların yoğun kullanıldığı ve bu durumun düşük birim maliyetlere imkan tanıdığı durumlarda bilimsel disiplin gözetten yapılar tercih edilir.

2.5 Yenilik Yapma'nın Organizasyonel Yapısı

Bir organizasyonun yaratıcılık gerilimi, onun, dışarıda meydana gelen gelişmeler, yeni teknolojiler veya yeni gelişmekte olan rakipler hakkında uyanık olmasını sağlar. Organizasyonel yapı, bir organizasyondaki insanlar ve kaynaklar arasındaki formel ve informal ilişkileri ifade eder olup, yetki ilişkileri ve kontrol sistemleri bunlardan birkaçıdır.

Yenilik yapmada etkin üç tip organizasyonel yapı [7]:

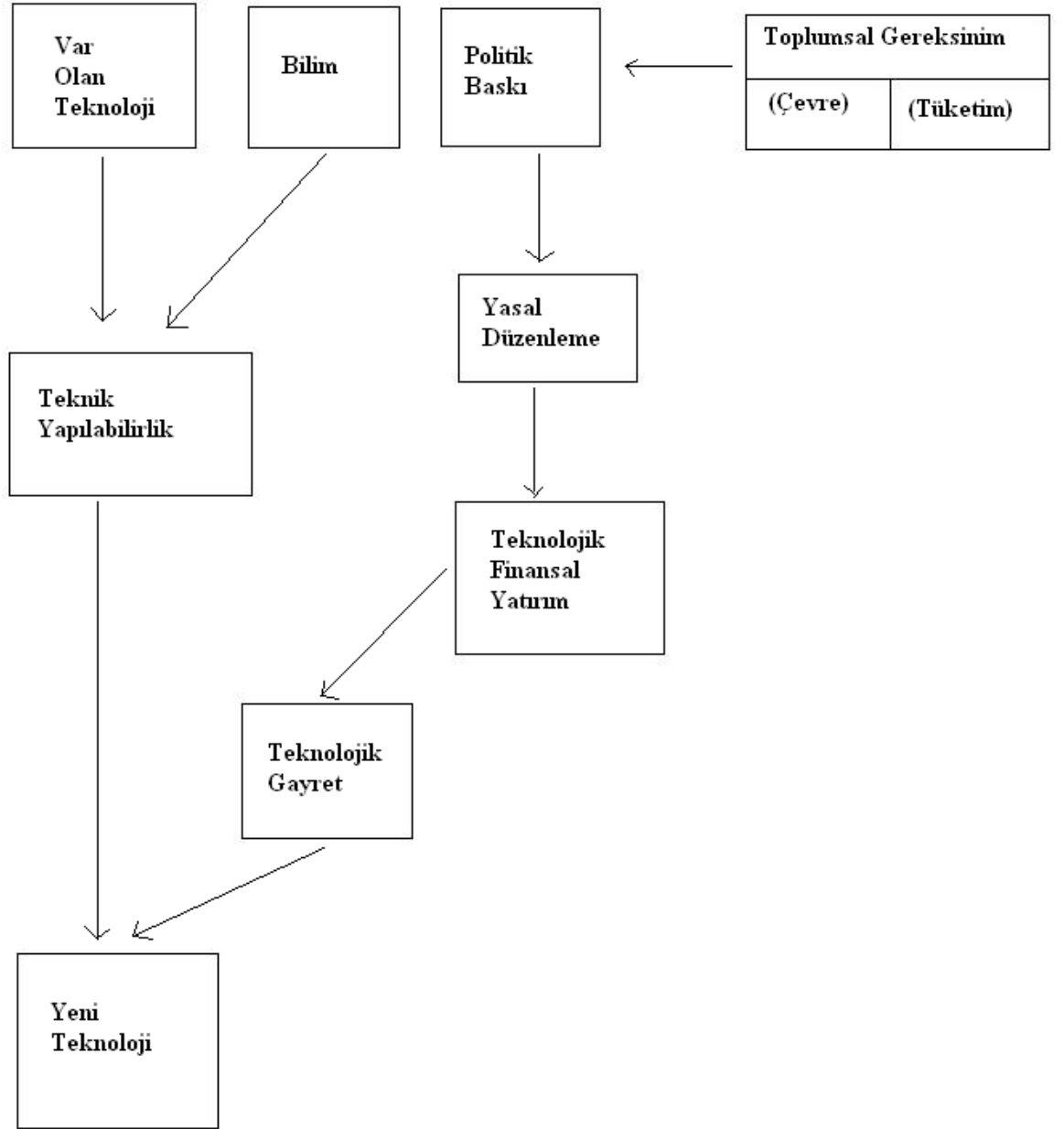
- *Fonksiyonel organizasyon* – fonksiyonel departmanlaşmayı ve merkezi bir otoriteyi içerir.
- *Matris organizasyon* – fonksiyonel ve ürün bazlı departmanlaşmayı kombine eder.
- *Takım tabanlı organizasyon* – takımları merkezi koordinasyon cihazları olarak kullanır.

3. TEKNOLOJİK TAHMİN

Teknolojik tahmin çok uzun dönemdeki teknolojik seviyenin ve bu teknolojinin muhtemel etkilerini incelemeyi amaçlamaktadır [8]. Diğer planlama tekniklerinden henüz üretilmemiş ürün ve yöntemleri tahmin etmesi yönüyle ayrılır. Günümüzün hızlı değişen pazarında, teknolojik tahmin organizasyonlarda yeni ürünlerin piyasaya sürülmesindeki başarıyı tahmin etmek açısından resmi bir hale dönüşmüştür [9].

Teknolojik yenilikler sekiz aşamadan geçer.

- 1- Orijinal bilimsel buluş
- 2- Teorinin berraklaşması
- 3- Teorinin laboratuvar denemelerinden sonra doğruluğunun ispatı
- 4- Teorinin başarılı laboratuvar uygulaması
- 5- Arazi denemesi
- 6- Ticari uygulama veya yaygın kullanım
- 7- Diğer alanlarda da kullanım ve diğer ürün ve bilim dallarına etkiler



Şekil 3.1: Teknolojik Gelişme Süreci.

3.1 Teknolojik Tahmin Nedir?

Bir teknolojik tahmin özelliklerle ilgilenir. Bir ürününün performans seviyesi, hızı sıcaklığı buna örnek olarak gösterilebilir. Teknolojik tahmin yapan kişi bu özelliklerin nasıl sağlandığını bilmek zorunda değildir ya da tahmin sırasında kendisi keşfetmek zorunda değildir. Fakat elde edilen değerlere bakarak, şu andaki teknolojinin limitlerini ve hangi özelliklerin bu limitleri aşabileceğini belirlemelidir. Bu değerlerin nasıl sağlandığını belirtmek zorunda değildir. Tahmini yapan kişinin

görevi, teknolojinin limitlerinin artık aşılmaya başladığını gözler önüne sürmek ve yeni ihtiyaçlar doğduğunu ortaya koymaktır [8].

Teknolojik tahmin işe yarar makinelerle, yollarla ya da tekniklerle ilgilenir. Teknolojik tahmine başlarken öncelikle işi tam olarak karakterize etmeliyiz. Bunun için şu 4 maddeyi belirlemeliyiz: tahmini yapılacak olan teknoloji, tahminin zamanı, teknolojinin karakteristiklerinin raporu, tahmine bağlı oluşabilecek durumun raporu.

Neden teknolojik tahmin yapılır?

- 1- Organizasyonun dışında gerçekleşen olaylardan maksimum kazanç sağlayabilmek,
- 2- Organizasyonun içinde yapılan hareketler sonucu oluşabilecek durumlardan maksimum kazanç sağlayabilmek,
- 3- Organizasyonun dışında kontrolümüz dışında gerçekleşen olaylardan alınabilecek zararları minimuma indirebilmek,
- 4- Düşman ve rakip çevrenin hareketlerini dengeleyebilmek
- 5- Ürün ve stokların tasarımındaki talepleri tahmin edebilmek,
- 6- Hizmet ve sermaye planlaması için talep tahmini yapabilmek
- 7- Uygun personel alımını belirleyebilmek
- 8- Yönetimsel plan ve politikaları geliştirebilmek
- 9- Organizasyona dâhil olmayan kişilere uygulanacak kuralları belirlemek

Bütün bu maddeler organizasyonun gelecekte oluşabilecek durumlara karşı hazırlıklı olmasıyla ilgilidir, kazancı maksimuma çıkarmak veya kaybı minimuma indirmekle alakalıdır. Bütün bunları sağlayabilmek için doğru tahminler yapmak çok önemlidir [8].

3.2 Tahmin Yöntemleri

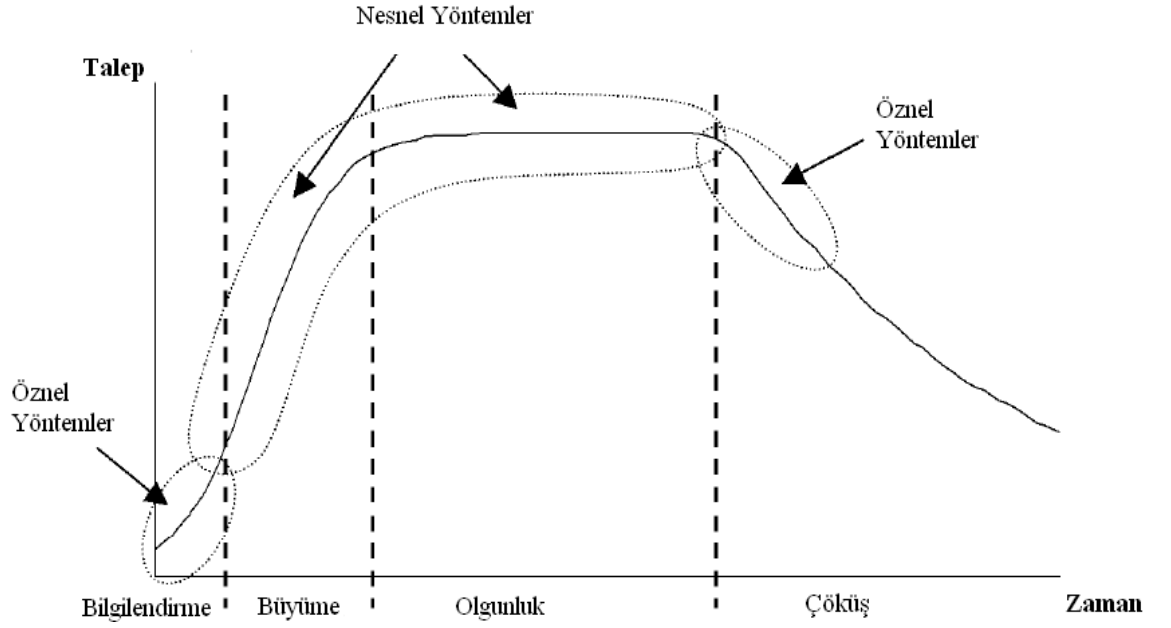
Teknolojik tahmin yöntemlerinin her uygulama için tek tipte olduğunu düşünmek kesinlikle büyük bir hatadır. Her uygulama alanı için farklı türde bir yöntem izlenir.

Genel olarak tahmin yöntemleri 2 ana gruba ayrılabilir.

- 1- Niceliksel (niceleyici) yöntemler (Nesnel)

2- Niteliksel (niteleyici) yöntemler (Öznel)

Araştırmacı bu iki grupta bulunan yöntemleri birlikte kullanmak zorunda kalabilir. Örneğin piyasaya sürülecek ürün yeni bir ürünse, o ürüne ait sayısal veriler bulunmamaktadır. Bu sebeple niteliksel yöntemler kullanmak zorundadır. Daha sonra bu tahminlerle sayısal verilere ulaşır ve daha sonra niceliksel tahminlerde bulunulur [8].



Şekil 3.2: Teknoloji tahmin yöntemleri aşamaları.

Birbirine benzer uygulamaları aynı kategoride sınıflarsak yöntemleri 6 ana başlıkta sıralayabiliriz. Fakat her uygulamacı bu yöntemlerin çeşitli varyasyonlarını kullanmaktadır.

- 1- Delphi
- 2- Ekstrapolasyon
- 3- Trend Analizi
- 4- Tarihi Benzetim
- 5- Nedensel Modeller
- 6- Olasılık Yöntemleri

3.2.1 Delphi

Bu yöntem gelecek olayların zamanlama ve tahmini için niteliksel bir yöntemdir. Bilginin kaynağı olarak bir grup uzmanın görüşleri kullanılır. Delphi yönteminde bir durum üzerindeki gelişmeleri inceleyerek bu uzmanların görüşleriyle kombine ederek bir tahmin yapılır. Bu durum şu şekilde tamamlanır: Uzmanlara sorular sorulur ve her birinden cevaplar alınır ve bu sorularla ilgili yorumları dinlenir, fikirleri incelenir. Daha sonra her bir uzmanın görüşleri beraber değerlendirilir. Uzmanlar birbirlerinin görüşlerine de bakarak kendi tahminlerini tekrar gözden geçirirler. Yeni bilgiler elde edildikçe görüşlerini tekrar düzenlerler. Bu yöntem birkaç defa tekrarlanır ve sonunda tek bir tahmine ulaşılır [8,10].

Kısaca bu yöntem şu şekilde uygulanır.

- Uzmanlara sorular gönderilir ve bu sorular üzerine düşünceler sorulur.
- Uzmanlardan bilgiler geldikten sonra bunlar en düşük değerden en yüksek değere doğru sıralanır
- İkinci aşamada elde edilen sonuçlar uzmanlara gönderilir ve düşüncelerinde herhangi bir değişiklik yapmak isteyip istemedikleri sorulur
- Sonuçlar tekrar uzmanlara gönderilir. Bu aşama genellikle 3-4 defa tekrarlanır. Ne kadar fazla tekrarlanırsa o kadar iyi sonuç alınır fakat maliyetler sebebiyle kısa tutulmaktadır.

En fazla kullanılan delphi yöntemi, Bayes ağırlıklı ortalama hesabına uygun bir anket sonucu hesaplanan yöntemdir. Bu yöntemde panel üyelerine 4 farklı kategoride sorular yöneltilir: endüstrideki deneyim, şirketteki yeri, şirketin endüstrideki yeri ve her soruyu kişisel puanlamaları istenir. Uzmanların cevapları bu konudaki uzmanlıklarına göre 5 kategoriye ayrılır [8,10].

En basit delphi yöntemi ise, uzmanlara evet ve hayır cevaplı sorular yönlendirilerek oluşturulan anketlerdir. Sonuç ise şu şekilde hazırlanır:

Örneğin I kategorisindeki bir uzmanın, geleceğini düşündüğümüz bir F olayı için evet deme olasılığı, F olayı gerçekleştiğinde; $P_1(Y/F)=p_1$

Ve F olayı gerçekleşmediğinde F için evet deme olasılığı; $P_1(Y/\bar{F}) = \bar{p}_1$ ile gösterilsin.

Çalışmaya n_1 kişi katıldığında I kategorisinde y_1 kişinin evet dediğini varsayalım. Bütün gruplar için bu sonuçlar elde edildiğinde binom dağılımında Bayes eşitliğine göre;

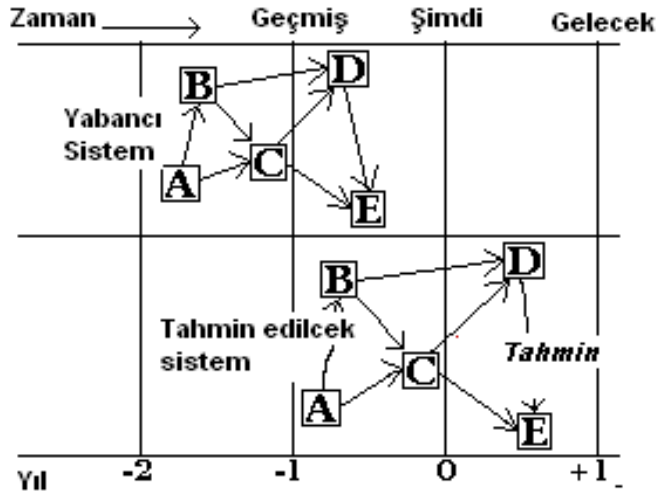
$$\frac{P(F/\text{data})}{P(\bar{F}/\text{data})} = \frac{\prod_{i=1}^E p_1^{y_i} (1 - p_1)^{n_i - y_i} \pi}{\prod_{i=1}^E \bar{p}_1^{y_i} (1 - \bar{p}_1)^{n_i - y_i} \pi} \quad (3.1)$$

π , F olayı gerçekleştiğinde üyenin doğru evet cevabını vermesinin olasılığıdır. Genellikle 0.5 alınır. Katılımcılar uzman oldukları için $p_1 > 0.5 > \bar{p}_1$ alınır. Yani katılımcıların evet doğru cevabını verme olasılıkları 0.5 ten büyüktür.

Delphi yöntemi teknolojik tahminde kullanılan en popüler yöntemlerden biridir. Geniş ölçekli ulusal ya da endüstriyel tahminlerde, genellikle tek olurlu metoddur.

3.2.2 Tarihi benzetim

Adından da anlaşılacağı gibi bu yöntem çok benzer bir olaydan yola çıkarak tahmin kurmaya yarar.



Şekil 3.3: Tarihi benzetim.

Çoğu zaman kendi sistemimize benzer bir sistem bulmamız çok zordur. Sistem çok benzese de çevre sistemi farklıdır. Bu sebeple diğer sistem sadece benzerdir. Bu ikisi

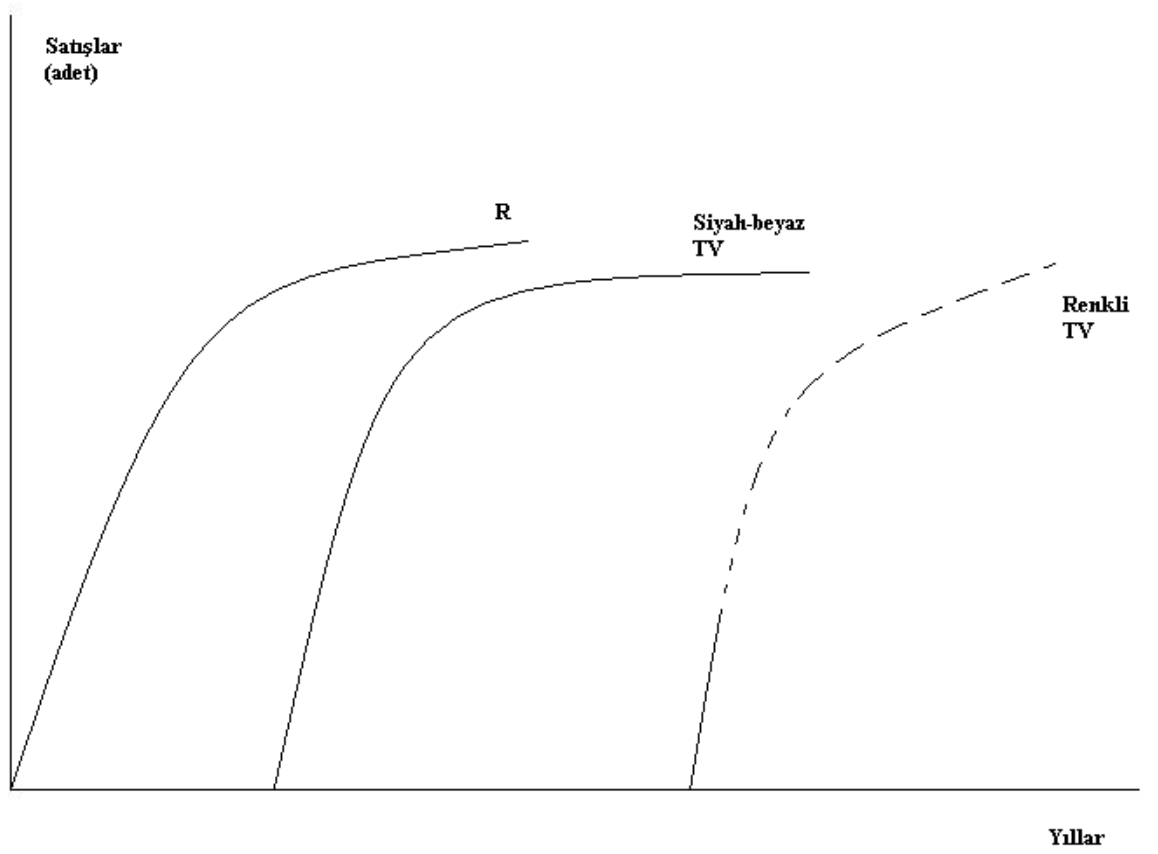
arasındaki en açık fark, eski sistemin geçmişte olması, geleceğinin şu andaki zaman olması, kendi sistemimizin ise şimdi gerçekleşip ilerde devam edecek olmasıdır [8].

Bu yöntem her durumda uygulanabilir değildir. Uygulayabilmemiz için öncelikle sektörlerin aynı olması gerekmektedir. Bir A sektöründeki x teknolojisinin gelişiminin, bir B sektöründeki gelişimiyle aynı olacağını varsaymak hata olur. Eğer böyle bir varsayım yapılacaksa, bunun için yeterli kanıt bulmak gerekir. Yine benzer şekilde, aynı sektörlerdeki farklı teknolojileri de birbirine benzetmek hata olur. A sektöründeki x teknolojisinin gelişimini, y teknolojisininkine benzetmek, bu teknolojiler birbirinden tamamen farklı teknolojilerse büyük bir hata olacaktır.

Benzerlikle tahmin yöntemini şu şekilde sıralayabiliriz.

- 1- İncelediğimiz sistemin şimdiki gelişimleri araştırılır.
- 2- Gelişmeleri benzer olan farklı bir sistem bulunur ve ondan bazı veriler alınır.
- 3- Farklı sistemdeki kendi sistemimizle tamamen benzer olan bir halinin yaşandığı bir t zamanı bulunur.
- 4- Farklılıklar yok edilmeye çalışılarak sistemler daha da benzerleştirilir. Örneğin büyüklük farkı varsa, o oran kadar diğer sistemin verileri çarpılır.
- 5- T zamanından şimdiki zamana kadar farklı olan sistemin yeni verileri, kendi sistemimizin tahmini olarak şimdiki zamandan itibaren üretilir.

Tarihi benzetim ile ilgili en çok kullanılan örnek renkli televizyon satış tahminlerindedir. Bu yöntemde siyah-beyaz TV'nin radyonun yerini almasına benzer eğrinin renkli TV'nin siyah-beyaz TV'nin yerini alması ile bir paralellik kurulmaktadır. Bu yirmi yıl ara ile gerçekleşmektedir.



Şekil 3.4: Renkli televizyon satış tahminleri.

Fakat bu yöntemin bazı problemleri vardır. Örneğin benzer bulduğumuz sistemin bütün verileri geçmişte tanımlanmamış olabilir. Dolayısıyla bu bilgilerin azlığı iki sistemi birbirine sayısal verileriyle tam olarak benzetmemizde zorluk çıkarır ve hatalı tahmin yapma payımızı arttırır. Diğer bir problem de iki sistemi birbirine benzer olarak almamızın ölçüsüdür. Sonuçta geçmişteki bir olayı benzetmemiz için ne kadar verinin aynı olması gerekmektedir. Bunun ölçüsünün iyi karar verilmesi gereklidir. Çünkü bir olay tamamen aynı olarak geçmişte yaşanmış olamaz. Bu sebeple bir teknolojik değişimi etkileyen bazı kriterleri belirlememiz ve bunlardaki benzerlikleri sınıflandırmamız gerekmektedir. Bu yüzden iki sistemi;

- 1- Teknolojik
- 2- Ekonomik
- 3- Yönetimsel
- 4- Politik
- 5- Sosyal

6- Kültürel

7- Dinsel ve ahlaksal

8- Ekolojik

olarak değerlendirmemiz gerekir.

Bu yöntem genellikle ulusal ekonominin geleceğini tahmin etmek için kullanılır. Bunun için öncelikle gelişmiş bir ülke belirlenir ve onun verileri incelenir. Daha sonra az gelişmiş bir ülkenin (tahmin yapılacak ülke) verileriyle benzer olduğu dönemi seçilerek tahmin o andan sonrası için hazırlanır. Tahmini yapılabilecek değişkenler, endüstriyel üretim, gayri safı milli hasıla, trafik vs. dir.

3.2.3 Ekstrapolasyon

En çok kullanılan yöntemdir. Temelinde olayın önceki gelişimlerine dair bilgiye sahip olmamız yatar. Bu yöntemde tahmini yapan kişi, tahmin edilecek konuyla ilgili geçmiş verileri elde eder. Bunları değerlendirir ve geçmişteki gelişmelere bakarak gelecektekileri öngörmeye çalışır. En azından iki tane peş peşe gerçekleşmiş gözleme sahip olmamız gerekir. Bu yöntemde tahmini yapan kişi, tahmin edilecek konuyla ilgili geçmiş verileri elde eder. Bunları değerlendirir ve geçmişteki gelişmelere bakarak gelecektekileri öngörmeye çalışır [4,8].

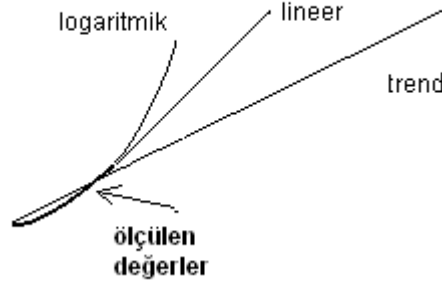


Şekil 3.5: Ekstrapolasyon yönteminin oluşumu.

- 1- Farklı zamanda gerçekleşmiş iki veya daha fazla gözlemin olduğu noktadan başlanır ($t=-1$ ve $t=1$)
- 2- İki nokta arasındaki d farkı işaretlenir. Fark nicel ya da nitel olabilir.
- 3- Son noktayı grafiği uzatarak ya da bir d daha ekleyerek elde ederiz. (grafikteki kırmızı çizgi)

“d” uzaklığını oransal ya da doğrusal oluşturabiliriz. Bu elde ettiğimiz önceki gözlemlerin sonucuyla orantılıdır.

Ekstrapolasyonlar



Şekil 3.6: Ekstrapolasyon çeşitleri.

Eğer birden fazla gözlem ve sonuçlar varsa, ekstrapolasyonu yapmak için seçenek var demektir. Ama hangi iki tanesini seçeceğinize karar vermeniz gerekir. Son gözlemleri almak bir seçenek olabilir. Eğer çok fazla olan gözlemlerin hepsini birden kullanmak istiyorsanız bu durumda regresyon analiziyle hesaplamalar yapmak gerekir. Nitel veriler varsa regresyon analizi programı kullanılabilir.

Örneğin bir uçağın hızını tahmin etmek isteyen kişi, bu uçağın gelişimi süresince elde ettiği hızları belirler ve bunları bir trende oturtur. Daha sonra bu analizi gelecek tahminleri için genişletir.

3.2.3.1 Büyüme eğrileri:

Ekstrapolasyon yöntemini uygulamak için her zaman doğru eğri çizimi seçilmelidir. Çoğu tahmin logaritmik eğrilerden oluşur. Logaritmik davranışlı yaklaşık 100 çeşit eğri vardır. Hepsi yavaş başlarlar, sonra dik bir büyüme ve ardından limitlerine doğru yavaş bir büyümeyle devam ederler [11]. Büyüme eğrileri zamanla performanstaki büyümeyi ifade eder. Yaşayan bir organizmanın büyümesin benzetilerek ortaya çıkmıştır. Daha çok bir teknolojinin diğerinin yerine geçişini gözler önüne sermek, teknolojinin ne zaman büyümeyi durduracağını anlayabilmek amacıyla kullanılırlar [8]. Bunlar arasından üzerinde en çok çalışılanları Fisher Pry, Pearl (lojistik) ve Gompertz eğrileridir. Bu eğrileri çizebilmemiz için;

- büyüme eğrisinin üst limitini biliyor olmamız, (L)
- elimizdeki verilere göre uygun eğriyi seçmemiz,

- elde ettiğimiz verilerin seçilen eğriye uygun katsayıları doğru sağlıyor olması gerekmektedir (en küçük kareler yöntemi veya lineer regresyonla bulunur).

Pearl eğrisinin formülü:

$$Y = \frac{L}{1 + ae^{-bt}} \quad (3.2)$$

Formüldeki L, y değişkeninin üst limiti ifade eder. “a” ve “b” ise parametrelerdir. . “a” yer, “b” şekil değişkenidir. Pearl eğrisinin her zaman bir üst limiti vardır, eğri bu maksimum sınır seviyesini hiçbir durumda geçmez. Eğri bu asimptota düzgünce fakat ani bir şekilde yaklaşır. Eğrinin tam ortasında bir eğrilik noktası vardır. Bu noktaya göre eğrinin üst ve alt parçaları simetriktir. Bu simetriklığe göre “a” değişkeni eğrinin zaman ekseninde nereye yerleşeceğini, “b” ise yükselen parçasının dikliğini belirler.

Bu katsayılar elimizdeki geçmiş verileri kullanarak bulunur. En küçük kareler yöntemi kullanılır. Fakat bu yöntem çok kolay bir yöntem değildir. Bu sebeple pearl eğrisini doğrusal bir fonksiyona çevirmemiz gerekir.

Çeşitli dönüşümler sonucu

$$\begin{aligned} y &= \frac{L}{1 + ae^{-bt}} \\ y + yae^{-bt} &= L \Rightarrow L - y = yae^{-bt} \\ \ln(L - y) &= \ln(yae^{-bt}) \\ \ln(L - y) &= \ln y + \ln a - bt \\ \ln y - \ln(L - y) &= bt - \ln a \\ \ln\left(\frac{y}{L - y}\right) &= bt - \ln a \end{aligned}$$

$$Y = \ln\left(\frac{y}{L - y}\right) = bt - \ln a \quad (3.3)$$

formülü elde edilir. Bu durumda eşitliğin sağ tarafı bir doğruyu ifade eder. Böylece dönüşüm zamanın doğrusal bir fonksiyonu haline gelmiş olur. Bu denklemi kullanarak katsayılar çok daha kolay bulunabilir.

Pratikte, geçmişteki bir gelişme gelecekteki gelişmeyi kolaylaştırıyorsa Pearl eğrisi kullanılır.

Gompertz eğrisinin formülü:

$$Y = L e^{-b e^{-kt}} \quad (3.4)$$

Bu eğrinin de bir üst limiti vardır fakat simetrik bir eğri değildir. Hesaplama kolaylığı amacıyla Gompertz eğrisini de doğrusal bir fonksiyona dönüştürmeye çalışalım. Çeşitli dönüşümler yapılarak

$$\begin{aligned} y &= L e^{-b e^{-kt}} \\ \ln y &= \ln L - b e^{-kt} \Rightarrow \ln L - \ln y = b e^{-kt} \\ \ln\left(\frac{L}{y}\right) &= b e^{-kt} \Rightarrow \ln\left(\ln\left(\frac{L}{y}\right)\right) = \ln b - kt \end{aligned}$$

$$Y = \ln\left(\ln\left(\frac{L}{y}\right)\right) = \ln b - kt \quad (3.5)$$

şeklinde Pearl eğrisinde olduğu gibi bir doğru olarak ifade edilebilir.

Pratikte; geçmişteki bir gelişme gelecekteki gelişmeyi etkilemiyorsa Gompertz eğrisi kullanılır. Yeni teknolojinin eskisine göre kesin bir şekilde avantajı olup olmadığı belli değilse tercih edilir [7].

Pearl eğrisinin türevi (eğim):

$$\frac{by(L-y)}{L} \quad (3.6)$$

Gompertz eğrisinin türevi (eğim):

$$-bky \ln\left(\frac{y}{L}\right) \quad (3.7)$$

L: y değişkeninin büyüklüğünün üst limiti, bunun seçimi eğriden bağımsızdır.

t: time

a ve b: eğriyi verilere uyguladığımızda elde ettiğimiz katsayılar. a yer, b şekil değişkenidir.

Çizelge 3.1: Pearl ve Gompertz eğrilerinin karşılaştırılması [8].

<i>Eğri</i>	<i>Denklem</i>	<i>Eğim</i>
<i>Pearl</i>	$y = \frac{L}{1 + \alpha e^{-bt}}$	$\frac{by(L - y)}{L}$
<i>Gompertz</i>	$y = Le^{-be^{-kt}}$	Bütün y değerleri için $-bky \ln(y/L)$
	$y = Le^{-be^{-kt}} \quad y \geq L/2$	$-bk(y/L)$

Üst limitlerin belirlenmesi:

Üst limitin belirlenmesi için eğri çizimi için en önemli adımlardan biridir. Çünkü katsayılar bu üst limit sayesinde bulunur, dolayısıyla üst limit fonksiyonun grafiğini doğrudan etkiler. Limit değerini eski verilerden çıkarmak çok büyük bir hatadır. Eğer teknik yaklaşım ömrünün daha ilk aşamasındaysa, elimizdeki veriler herhangi bir limit belirlemek için çok yetersizdir. Çünkü teknolojik sistemin ne şekilde ilerleyeceğini tahmin edemeyiz [8].

Üst limiti yanlış tahmin etmenin tahminimize etkisi var mıdır şeklinde bir soru sorarsak, bunun cevabı tabii ki evet olur. Örneğin bir buhar makinesinin verimliliğinin tahminin örneğine bakalım. Bu buhar makinesinin verimliliği için 5 farklı üst limitin hesaplardaki sonucunu araştıralım [8].

Çizelge 3.2: Verimlilik için üst limit değişiminin etkileri [8].

Üst Limit %	Yüzde değişim	a	Yüzde değişim	b	Yüzde değişim
45		9.640x10 ¹³		0.02057	
	5.5		64.0		2.9
47.5		3.468x10 ¹³		0.01997	
	5.26		52.9		2.3
50		1.630x10 ¹³		0.01951	
	5.0		44.9		1.8
52.5		0.8989x10 ¹³		0.01915	
	4.8		43.5		1.9
55		0.5079x10 ¹³		0.01879	

Yukarıdaki tablo a ve b değerlerinin L değerine göre sonuçlarını vermektedir. Görüldüğü gibi a daki yüzde değişim b dekinden daha fazladır. b deki değişim daha küçük olmasına rağmen hala anlamlı bir değişimdir.

Şimdi de orta noktadaki değişime bakalım.

Çizelge 3.3: Orta nokta değişimi.

Üst Limit %	Orta nokta yılı
45	1899.89
47.5	1906.93
50	1913.16
52.5	1918.81
55	1924.98

Eğer L üst değeri küçük tahmin edilmişse, a ve b çok büyük değerler alır. Bunun sonucunda, eğri çok dik bir şekilde yükselir ve orta noktasına çabuk ulaşır. Ters

durumda, eğer L üst limiti olması gerekenden büyük tahmin edilmişse, eğri çok yavaş yükselir ve orta noktasına çok geç ulaşır.

Görüldüğü gibi L değerini doğru belirlemek, yapacağımız tahminde önemli farklılıklar ve hatalar doğurur.

Şimdi de bu üst limiti belirlerken nelere dikkat etmemiz gerektiğine bakalım. Üst limit tahmini yapılacak teknolojiyi etkileyen kimyasal ve fiziksel sınırlara bağlıdır. Bu doğal sınırlar, maksimum etki, mekanik esneklik gibi formlarda olabilir. Önemli olan tahmin eden kişinin bunları düzgün belirlemesidir.

Tahmini yapan kişi, “hangi fiziksel ya da kimyasal durum bu yeni yaklaşıma sınır koyabilir” sorusunu sorar. Bu durumlar belirlendikten sonra, etkileri hesaplanıp sınırlar belirlenir. Örneğin, Buzbee and Sharp (1985) tek işlemcili bilgisayarın üst limitinin saniyede hızının 3 milyar işlem olabileceğini tahmin etmişlerdir. Bu tahminde fiziksel limit, bir bilgisayarın diğerine ilettiği sinyallerin ışık hızı cinsinden değeri olarak karşımıza çıkmıştır.

Uygulama

Global konumlandırma sistemleri (GPS) eskiden beri askeri kuvvetler, gemicilik, havacılık, ölçüm, tarım, coğrafya ve binalar gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Günümüzde bunlara ek olarak GPS sistemleri dağıtım sistemleri, asayiş, eğlence, iz sürme gibi alanlara kadar genişlemiştir. En son uygulama alanlarından biri de rehberlik hizmetlerinde, kişinin bulunduğu noktayı koordinatlarına göre belirlemesidir. Bu çalışma GPS teknolojisinin gelişimini ve küresel pazarda GPS çıktı değerlerinin 2020 yılına kadar tahminini yapmaktadır. Teknolojik gelişimi incelerken, GPS in teknolojik hayat döngüsü, önde gelen gösterge olarak her yıl yayınlanan patent sayısından tahmin edilmiştir. Bu verilere göre önce en uygun pearl eğrisi çizilip, sonra pazarın gelecekteki trendi belirlenmiştir [13].

Metot

Patent ofisinden gerekli veriler alınır. Bu veriler “Loglet Lab” adlı programa yerleştirilerek, GPS teknolojisinin büyüme eğrisini belirlemek amacıyla S eğrisi çizdirilir.

Elimizde bulunan 1993-2005 yılları arasındaki verilerden GPS teknolojisinin her yıl için büyüme oranı hesaplanır. Daha sonra bu büyüme oranlarından trend eğrisi belirlenir [13].

$$Z=A+Bt \quad (3.8)$$

Z: trend eğrisi, t:zaman, A, B: katsayılar

Büyüme eğrisinin trend denklemi her yıldaki büyüme oranını hesaplamamızı sağlar.(1993 ten 2020 ye). Daha sonra bu denklemden hesapladığımız büyüme oranları ve onlardan faydalanarak bulduğumuz çıktı değerlerine bakarak bir üst limit tahmininde bulunuruz.

Bulduğumuz üst limitten faydalanarak, Pearl eğrisinin doğrusal fonksiyonunda yerine koyarak “a” ve “b” katsayılarını buluruz

$$Y = \ln\left(\frac{y}{L-y}\right) = bt - \ln a \quad (3.9)$$

Çizelge 3.4: Küresel pazardaki 1993 - 2005 arası GPS çıktı değerleri.

Yıl	1993	1994	1995	1996	1997
Çıktı Değeri	0.560	1.023	1.312	1.987	2.938
Büyüme Oranı (%)	82.84	28.18	51.46	47.91	52.05
Yıl	1998	1999	2000	2001	2002
Çıktı Değeri	4.468	6.063	8.140	0.628	13.493
Büyüme Oranı (%)	35.70	34.26	34.26	30.58	26.96
Yıl	2003	2004	2005		
Çıktı Değeri	14.790	5.100	16.800		
Büyüme Oranı (%)	9.61	2.10	11.26		

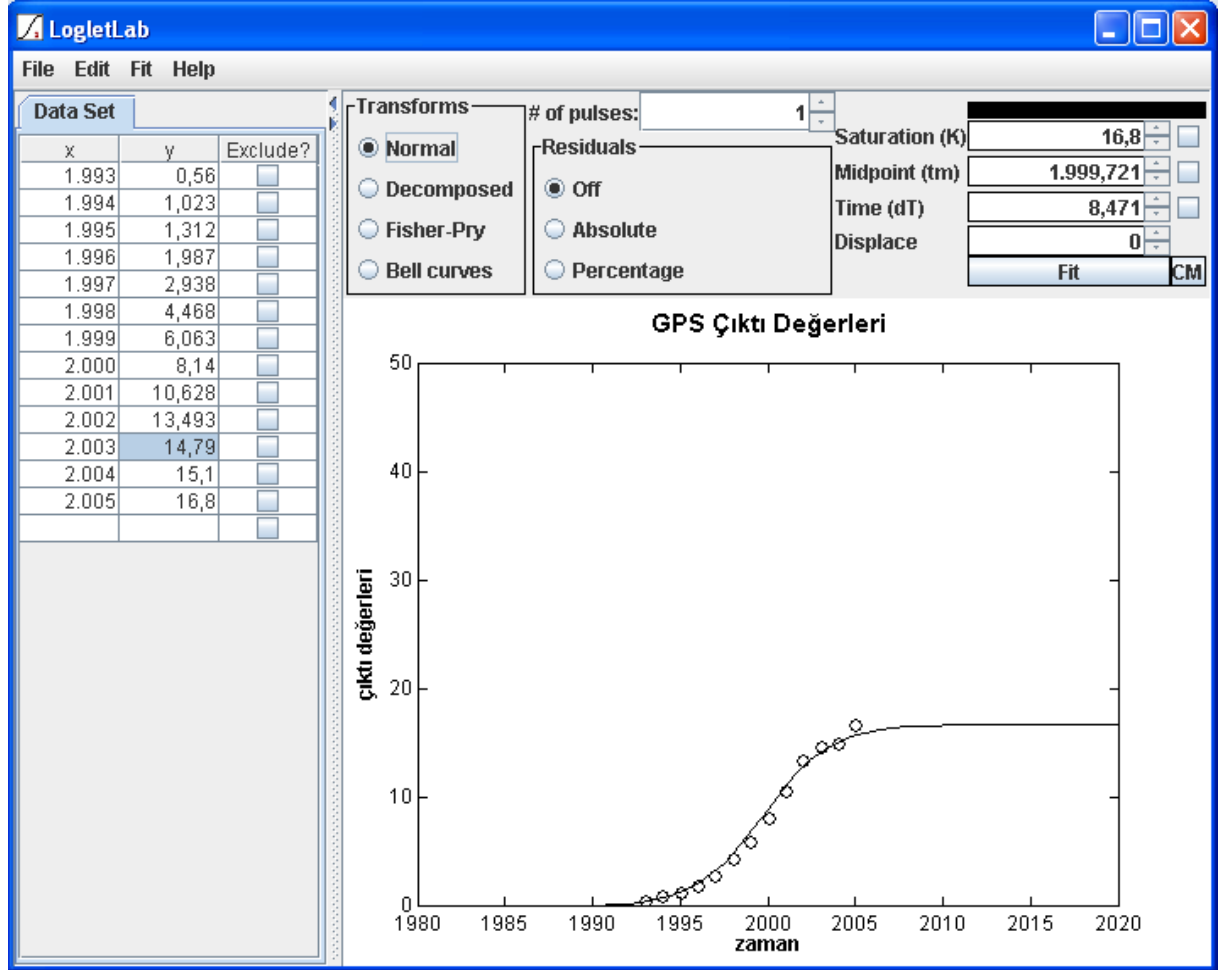
Birim:10.000 milyon dolar

(Kaynak: The International Trade Administration Office of Telecommunications
U.S. Department of Commerce ; ABI research)

Yukarıdaki grafikte büyüme oranları bir sonraki yıldaki çıktı değerine bakılarak hesaplanmıştır.

Örneğin, 1994 yılındaki büyüme; $(1.023 - 0.560) / 0.560 = 0.82$ olarak bulunur.

Yukarıdaki tablodaki çıktı değerlerini grafiğe yerleştirerek teknolojik gelişmenin Pearl eğrisini görelim.



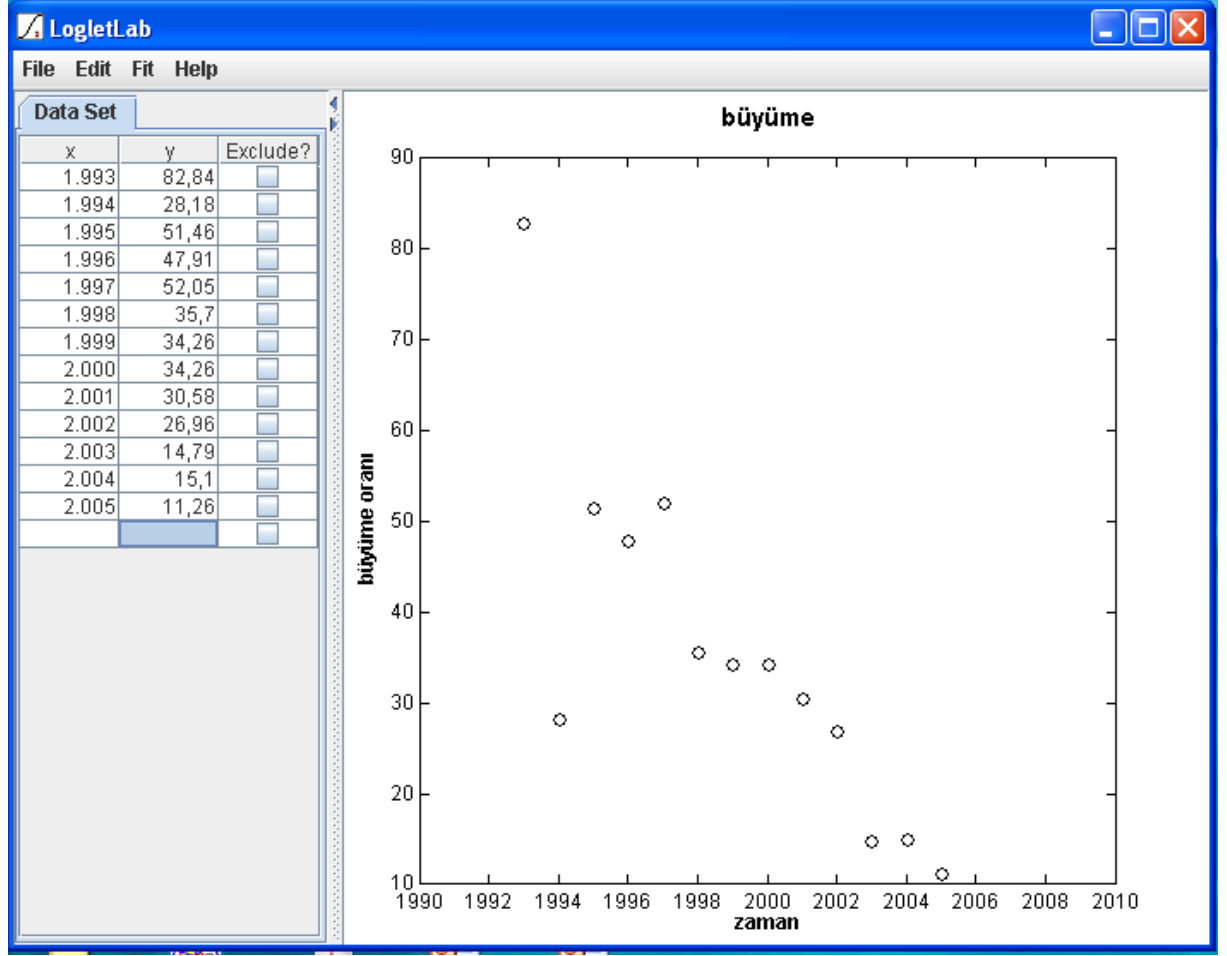
Şekil 3.7: GPS çıktı değerleri.

Grafiğe bakarak ürün yaşam eğrisini tahmin edelim. Grafiğin yükselmeye başladığı nokta yani burulma noktası 1999 yılında başlamıştır. Bunu ürün yaşam eğrisi şeklinde yorumlarsak, 1999 yılından önce, GPS teknolojik gelişimi başlangıç ve büyüme aşamasındadır. 1999 yılından sonra ürün olgunluk dönemine girmiştir. Aynı şekilde 2010 yılında da doyum noktasına ulaşmıştır.

Çizelge 3.5: GPS ürün yaşam döngüsü.

Başlangıç ve büyüme dönemi	Olgunluk Dönemi	Doygunluk Dönemi
1999 dan önce	1999 - 2010 arası	2010 dan sonra

Şimdi de hesapladığımız büyüme oranlarını grafiğe yerleştirerek bir trend doğrusu oluşturalım.



Şekil 3.8: Büyüme oranları.

Yukarıdaki tabloda büyüme oranlarına bakarsak; 82, 28, 51, 47, 52, 35, 34, 34, 30, 26, 9, 2 ve 10. Bunlardan bir grafiğe oturtulabilecek sayıları düzenli bir şekilde ifade edebileceğimiz iki nokta seçilir. Bunun için sayıların genel ritminden sapmış olanlar seçilmez. Örneğin 1994 yılındaki %28'lik büyüme diğerleriyle ilişkisizdir. Bu sebeple 1995 ve 2003 yılları seçilirse;

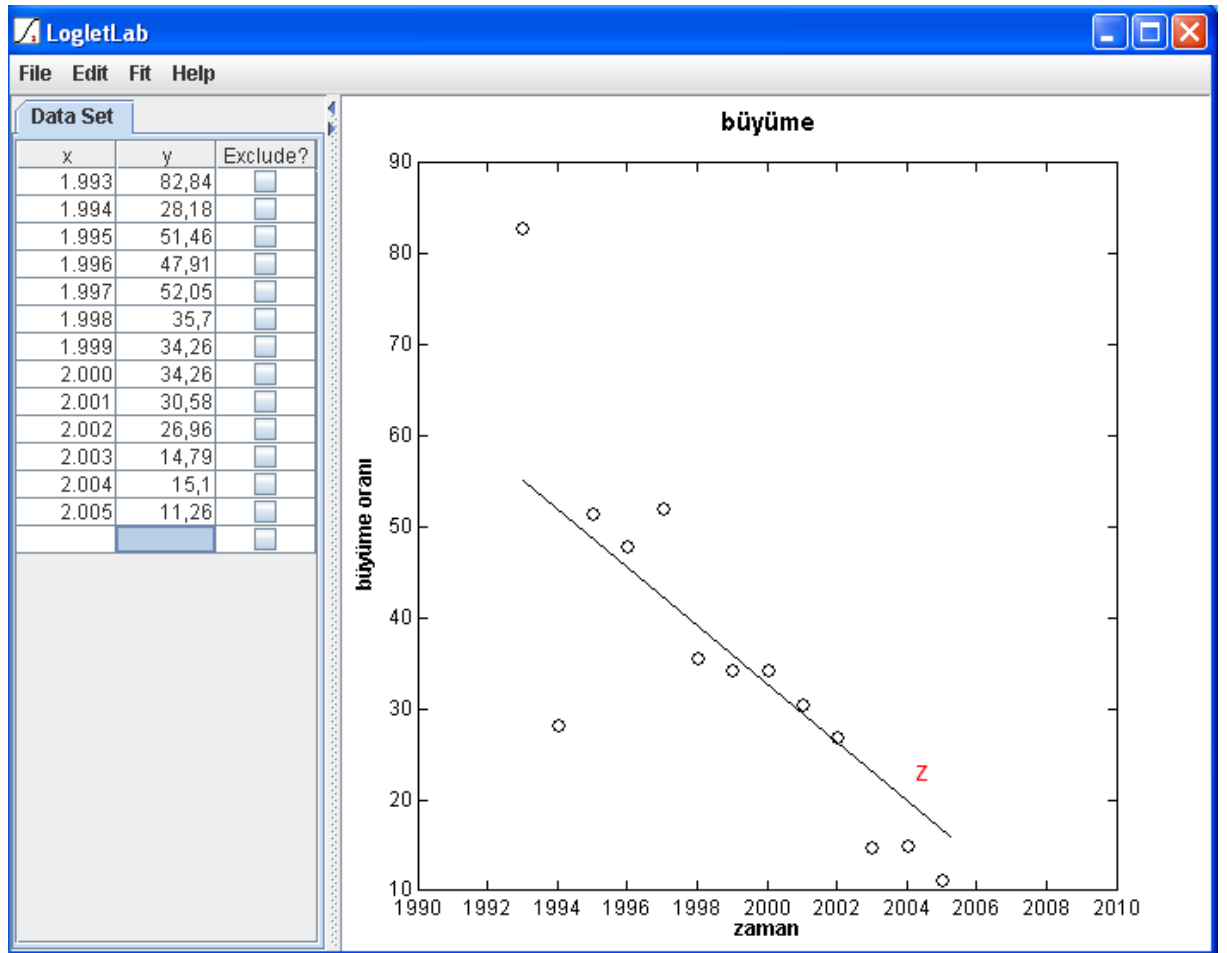
(1995, 51.46) ve (2003, 9.61) değerlerinden birinci dereceden iki bilinmeyenli denklem çözülürse;

$$Z=A+Bt$$

$$A+1995B=51.46$$

$$A+2003B=9.61$$

→ $Z = 104 - 0.0519$ bulunur.



Şekil 3.9: Eğilim doğrusu.

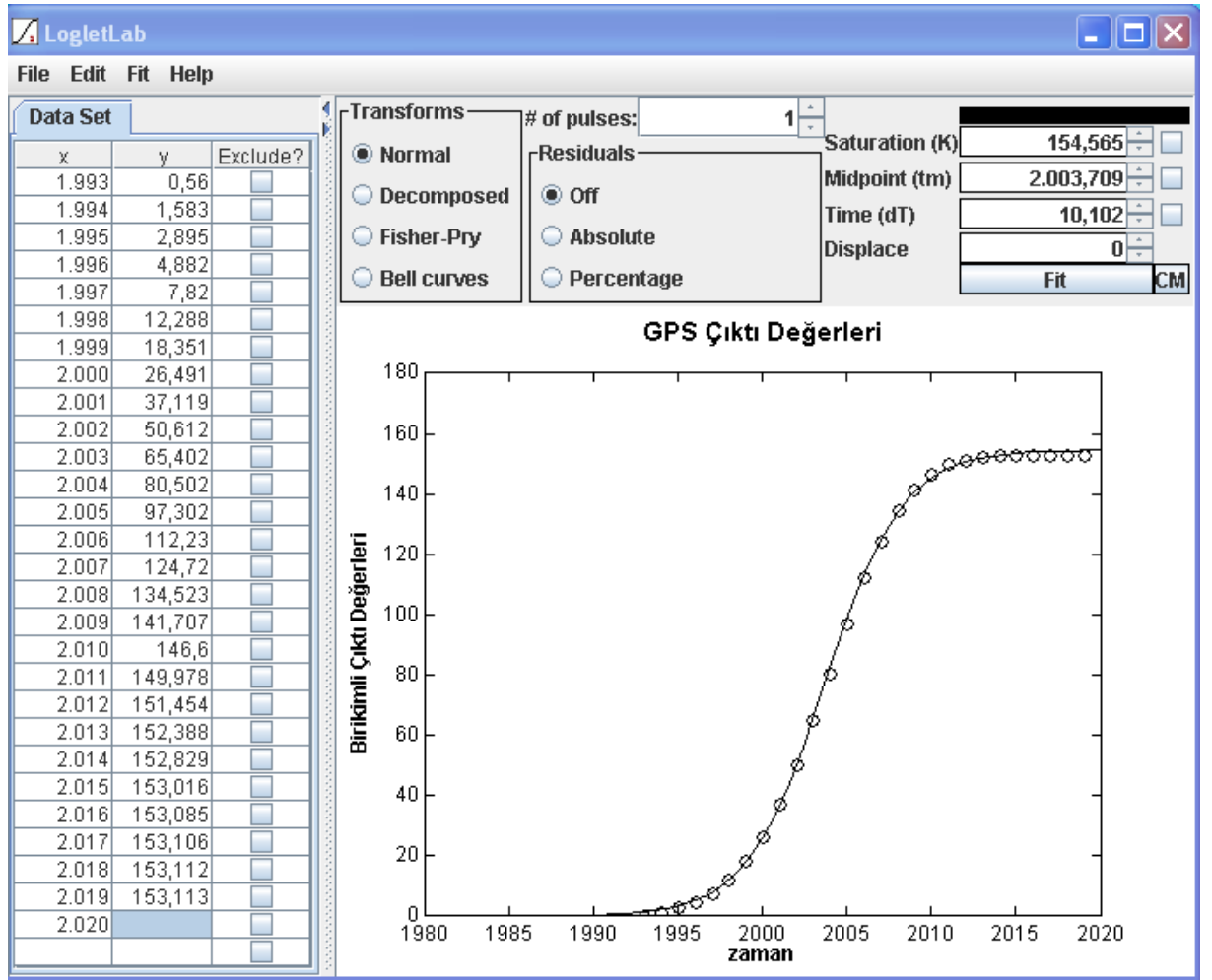
Elde ettiğimiz bu eğilim doğrusu, 2020 yılına kadarki büyüme oranının hesaplamak ve buradan da çıktı değerlerini hesaplamak amacıyla kullanılır.

Örneğin 2006 yılının büyüme oranı; $Z= 104 - 0.0519 \times 2006 = -0.1114 = - \% 11$ bulunur.

Bu orana göre de çıktı değerini hesaplırsak, 2005 yılındaki çıktı değeri olan 16.800 için $16.800 \times \%(100-11.14) = 14.928$ bulunur. Bunu bütün değerler için hesaplırsak, yeni tablomuz birikimli çıktı değerleriyle beraber aşağıdaki şekilde olur.

Çizelge 3.6: GPS birikimli çıktı değerleri.

Yıl	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Çıktı Değeri	16.800	4.928	12.490	9.801	7.184	4.893
Büyüme Oranı (%)	11.26	-11.14	-16.33	-21.52	-26.71	-31.9
Birikimli Çıktı Değeri	97.301	12.230	124.720	134.523	141.707	146.600
Yıl	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Çıktı Değeri	3.078	1.777	0.933	0.441	0.186	0.069.
Büyüme Oranı (%)	37.09	42.28	-47.47	-52.66	-57.85	-63.04
Birikimli Çıktı Değeri	149.678	51.454	152.388	152.829	153.016	153.085
Yıl	2017	2018	2019	2020		
Çıktı Değeri	0.022	0.006	0.001	0.0002		
Büyüme Oranı (%)	-68.23	73.42	-78.61	-83.8		
Birikimli Çıktı Değeri	153.106	53.112	153.113	153.113		



Şekil 3.10: Pearl eğrisine oturtulmuş GPS değerleri.

Yukarıdaki grafikte çizdiğimiz Pearl eğrisine bakarsak bükülme noktası (grafikte saturation) 2003 yılındadır. Bu bulgu bize günümüzde GPS pazarının olgunluk döneminde olduğu bilgisini vermektedir ve bundan sonra pazar daha yavaş bir büyüme gösterecektir.

Şimdi de bu grafikten faydalanarak Pearl eğrisinin tam denklemini oluşturalım. Bunun için “a” ve “b” katsayılarını belirlememiz gerekiyor. Öncelikle üst limiti belirleyelim. Zaten LogletLab programında saturation olarak ifade edilen terim fonksiyonun doygunluk noktasıdır. Üst limitin bundan büyük olması gerekir. O halde $L=155.000$ alabiliriz. “a” ve “b” katsayılarını bulmak amacıyla, doğrusallaştırılmış Pearl denklemini kullanmalıyız.

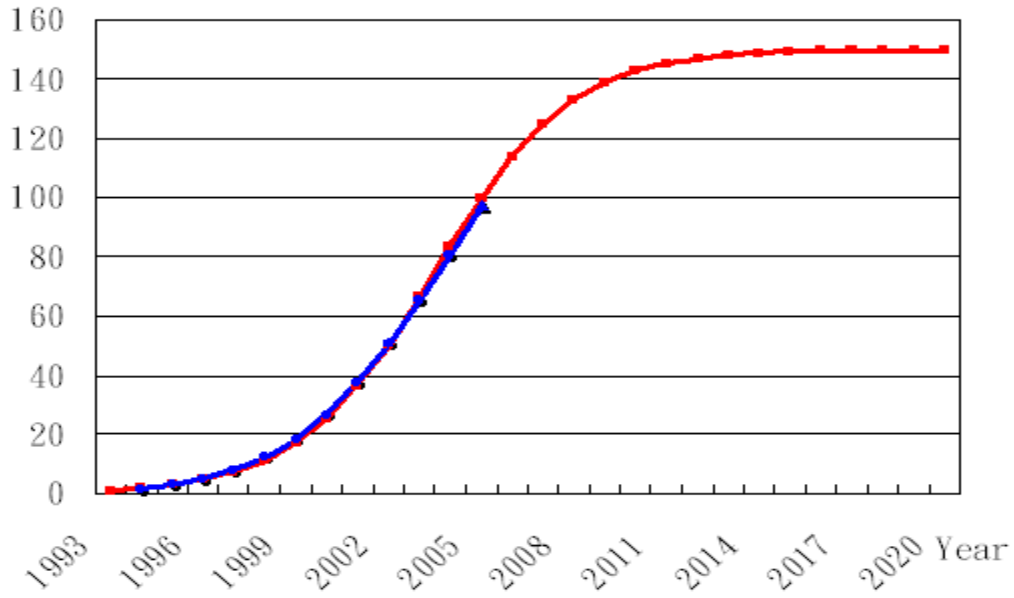
$$Y = \ln\left(\frac{y}{L-y}\right) = bt - \ln a \quad (3.10)$$

Bunun için grafiğin belirli noktalarından 2 tane nokta belirlersek bu doğrudaki lna ve b katsayılarını bulur sonra da a ve b yi bulabiliriz.

Tercihen 2 nokta alalım. (2004, 80.502) ve (2008, 134.523) olsun. 80.501 ve 134.523 y değerleri için $Y = \ln(y/(L-y))$ değerini hesaplayıp sonra t değerlerini yerine koyarsak

$$Y = \ln\left(\frac{y}{L-y}\right) = -\ln a + bt = -4.8 + 0.457t$$

$$y = \frac{L}{1 + 121.5178e^{-0.457t}} \quad \text{elde ederiz.} \quad (3.11)$$



Şekil 3.11: Gps tahmini sonuç grafiği.

3.2.4 Teknoloji değişim modeli (Fisher Pry)

Fisher Pry modeli, benimsenmiş teknolojinin seviyesine ve kabul edilmemiş kalan kısmının oranına bağlı bir büyüme modelidir. Diğer eğrilere göre daha yavaş bir büyüme gösterir ve teknoloji bilinmeyen ve kanıtlanmamış bir teknolojiyse kullanılır [11].

Yeni ürün teknolojileri eskilerinin yerine geçer. Fakat sadece General Electric araştırmacıları J.C. Fisher ve R.H. Pry yeni gelenin eskisinin önüne geçeceğini ve

diğerini pazar dışına iteceğinin matematiksel doğruluğunu ifade edebilmiştir. Eğer 'f' yeni ürünün pazar payı oranıysa, eski ürünün pazar payı $1-f$ olacağı açıktır. Matematiksel ifadenin dışında Fisher Pry kuralı basitçe, iki ürünün de oranlarının, yarı logaritmik bir kağıt üzerinde düz bir doğruyla ifade edilebileceğini gösterir. Yarı logaritmik kağıt, düşey eksen logaritmik büyüyen, yatay eksen lineer büyüyen ölçeklenmiş kağıttır [14].

Fisher Pry yöntemi yeni bir teknolojinin diğer bir teknolojiye göre, eski teknoloji yerini yenisine bırakırken, pazarda ne kadar daha iyi olduğunu gösteren matematiksel bir tekniktir [15]. Diğer bir deyişle eski teknolojinin pazar payının azalışını ve ne kadarını yeni teknolojiye bıraktığını gözler önüne serer. Bu yaklaşımın temelini yeni teknolojinin matematikçiler tarafından "lojistik eğrisi" olarak bilinen eğriyi takip eden bir eğilim göstereceği varsayımı oluşturur. Bu kabul iki parametreyle tanımlanır. Bu parametrelerden biri değişimin başladığı zaman, diğer parametre ise değişimin oluşma oranıdır. Veriler nicel verilerdir. Bu teknikle şu gibi tahminleri yapmak mümkündür. Yeni bir kimyasal ürünün üretim sürecinin kabul edilişi, dijital ölçüm aletlerinin analog aletlerin yerini alma süreci, telekomünikasyon donanımlarının değişim süreci vs. [16]

Fisher Pry yönteminde 3 temel varsayım vardır [17]:

- 1) Çoğu teknolojik ilerleme ortaya çıktığı anda, o ana kadar insanların bir ihtiyacını karşılayan diğer teknik ya da bir yaklaşımın yerine gelmiştir.
- 2) Eğer yeni teknik, pazar payının bir kısmını elde etmeye başlarsa, bu ikame tamamlanıncaya kadar ilerleme devam eder.
- 3) Yeninin eskiye göre değişiminin kesirli oranı, eskinin değiştirilecek olan kısmının kalanıyla orantılıdır.

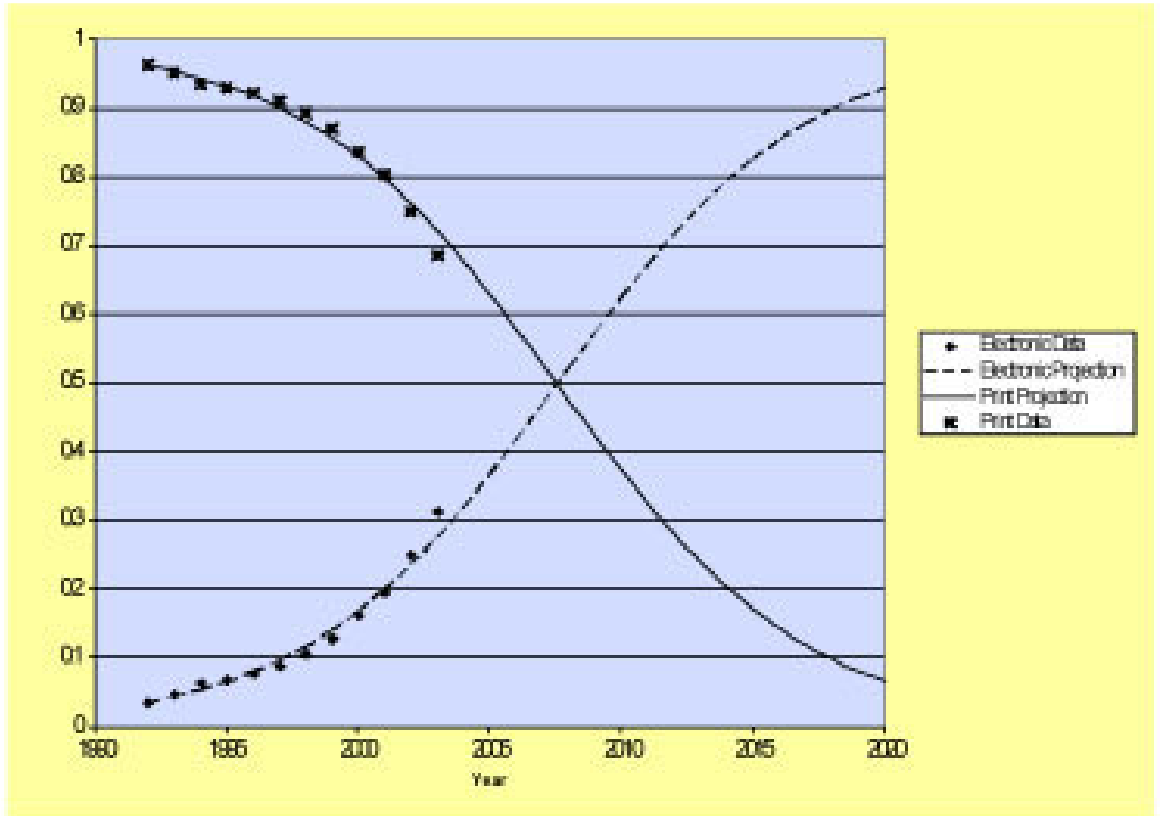
Eğer eski teknolojinin yerini almaya başlayan bir tekniği incelersek, yeni teknolojinin pazar payına sahip olma oranının üstel bir büyüme gösterdiği görülür. Piyasaya nüfuz arttıkça, yeni teknolojinin büyümesi yavaşlar ve daha sonra doygunluk noktasına ulaşır [18].

Fisher Pry modelinin en büyük zayıflığı tamamen geçmiş verilere dayanmasıdır. Geçmişteki davranışları ve geçmişteki çevre koşulları aynen kabul edilir. Modelde daha sonra oluşabilecek farklılıklar göz önünde bulundurulmaz.

Veri olarak iki teknoloji için de aynı ölçüm birimi kullanılmalıdır ve bu birim iki ürünü birbiriyle kıyaslamamıza olanak sağlayabilecek bir veri olmalıdır. Örneğin teknolojinin satışlarının dolar cinsinden değeri bir ölçü olamaz. Çünkü bu teknolojilerin ücretleri birim başına farklılıklar gösterebilir. Fakat diğer taraftan kullanım sayıları veri olarak alınabilir.

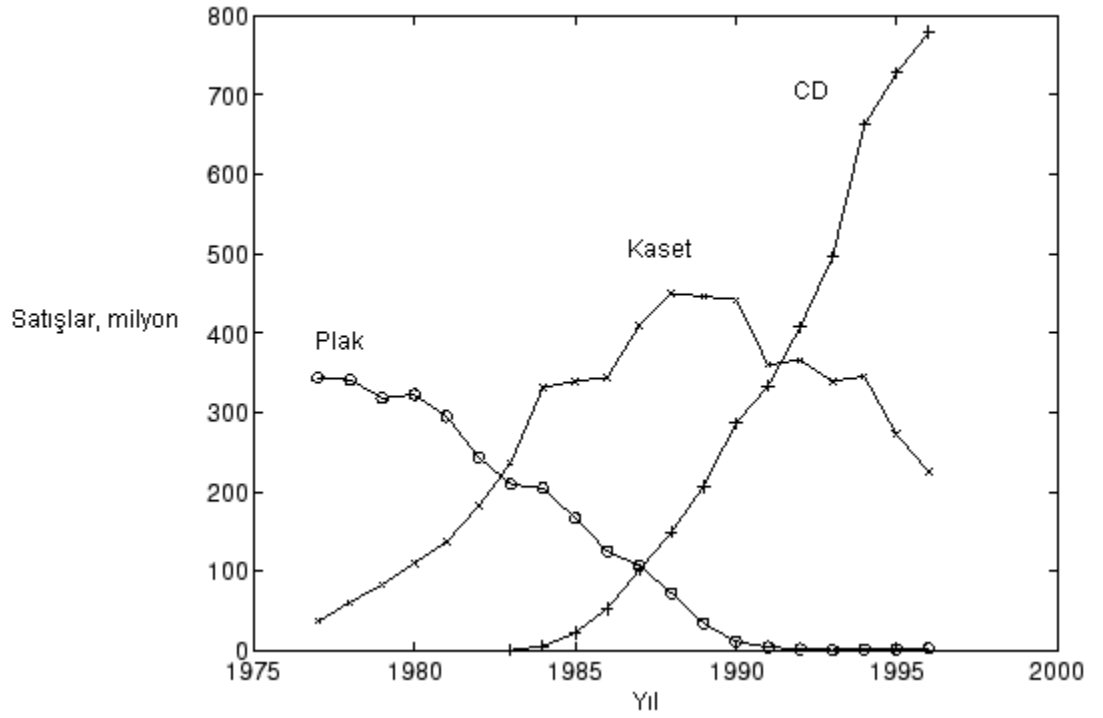
Bu modelin en önemli avantajı ise öznel bir yaklaşım olmaması, tamamen nesnel somut verilerle bir model ve bir tahmin oluşturmastır. Bu özelliğiyle oldukça fazla kabul edilen, makul bir modeldir [19].

Örneğin, elektronik basının yazılı basına göre ikamesi incelenmiş ve veri olarak satış rakamları ve kullanım sayıları öğrenilmiştir. 1992 ve 2004 yılları arasındaki veriler sağlanmıştır. Bu verilere göre bütün pazar toplamının bu ikisinden oluştuğu düşünülerek Fisher Pry modeli çizilmiş ve geleceğe genişletilmiştir. 2008 yılında geçiş yaşandığı görülmüş ve sonraki 10 yıl içinde %90 lık bir değişim olduğu görülmüştür [20].

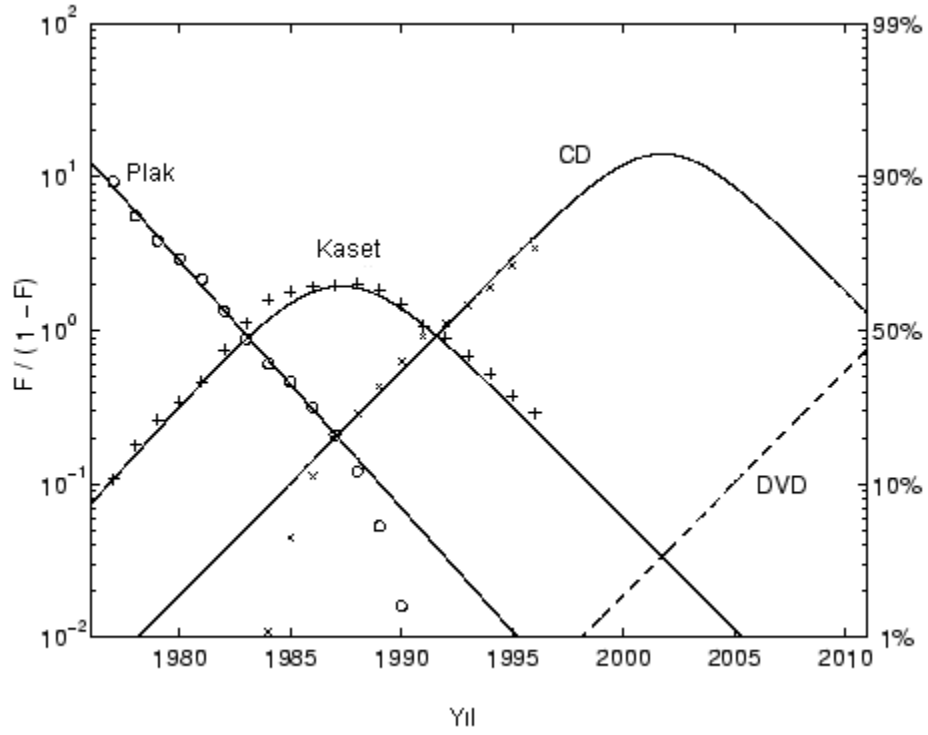


Şekil 3.12: Elektronik basın ile yazılı basının karşılaştırılması [21].

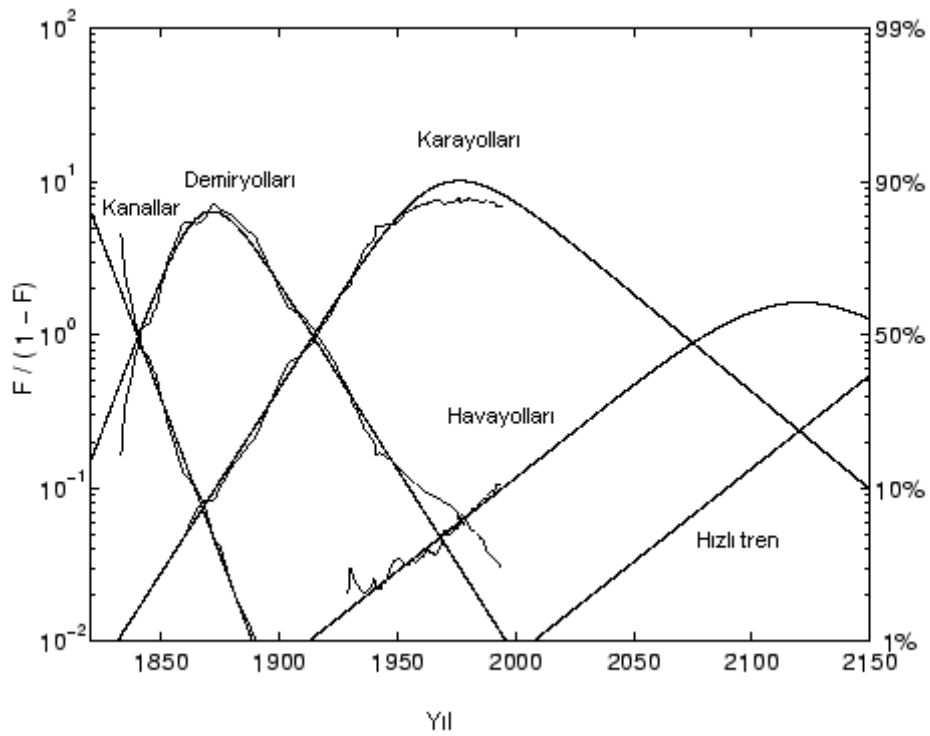
Diğer bir çalışmada elektronik kaynaklar için yapılmıştır. Elektronik veritabanlarındaki makalelerin kullanımıyla, vikipedideki makalelerin kullanımı kıyaslanmıştır. Fakat bu model için gelir ya da satış rakamları iyi veriler değildir. Çünkü vikipedi ücretsiz sağlanan bir hizmettir. Bu durumda kullanabileceğimiz tek veri, belirli bir zaman aralığında kaynaklara erişim sayısıdır [20].



Şekil 3.13: Amerika müzik kayıt cihazlarının birim satışları [22].



Şekil 3.14: Amerika müzik kayıt cihazlarının yeni girecek teknolojik ürünle beraber teknolojik değişim modeli [22].



Şekil 3.15: Amerika taşımacılık piyasasının teknolojik değişim modeli [22].

3.2.4.1 Teknoloji değişiminde değişkenlerin belirlenmesi:

Bir teknoloji diğerinin yerine geçiyorsa, genellikle üst limit olarak %100 kullanırız. Çünkü en üst limit, eski teknolojinin yerini tamamen yeni teknolojiye bırakmasıdır. Örneğin Fisher ve Pry (1971) yaptıkları bir çalışmada, sentetik deterjanların sabunun yerine geçmesinin tahminini yaptılar. Fakat uygulama olarak, sadece çamaşır ve bulaşık yıkamadaki kullanımını inceledi. El ve banyo kullanımını bu çalışmaya katmadı. Bu uygulamada da teknoloji değişiminde üst sınır olarak %100 alındı.

Üst limiti belirlemek genel olarak daha basit olsa da, değişimin derecesini belirlemek daha zordur. Örneğin, eğer teknolojinin değişmesinde en önemli faktör maliyet ise, satış maliyeti bir ölçü olamaz. Böyle bir derecelendirme yaparsak, eski olan pahalı teknolojiye nazaran yeni ve ucuz olan teknolojinin değişim derecesini olması gerekenden daha az hesaplarız. Yine aynı şekilde, yeni teknoloji eskisine göre daha yoğun ise, birimimiz bir ağırlık ölçüsü olamaz. Örneğin fosil yakıtlardan uranyum bazı yakıtlara geçişte değişim derecesi, kömürün ağırlığı bir ölçü olamaz. Bunun yerine, kapasitelerinin bir çıktı ölçüsü olabilir. Örneğin kilowatt. saat gibi [12].

3.2.5 Trend analizi

Yeni teknolojik yöntemin sınırları, şu anda kullanılan teknolojik yöntemin sınırlarından daha ötede, daha üst bir limitte olduğunu düşünüyorsak, bu gibi durumlarda tahmin yöntemi olarak büyüme eğrileri uygun değildir. Trend analizi kullanılır. Çok uzun zamanlı tahminlerde tercih edilir.

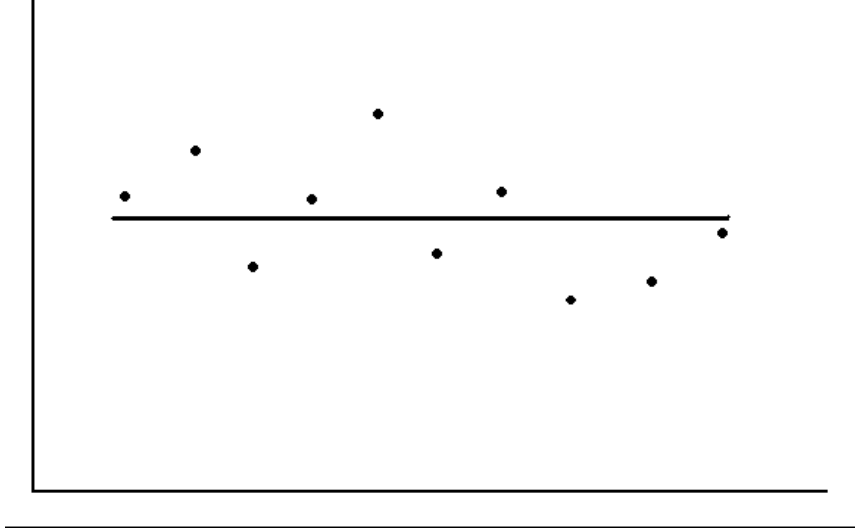
Yeni teknoloji başlangıç anından itibaren düzgün bir gidişat izliyorsa, geleceğinin de bu şekilde olacağı tahmin edilerek yapılır. Tahmini yapan kişi ürünün gelecekteki performansını tahmin edebilecek kapasitede olmalıdır. Fakat ürünün ya da yeni teknolojinin nasıl çalıştığını bilmek zorunda değildir. Önemli olan geçmiş verilere bakarak en doğru trend grafiğini çıkarabilmektir. Bunun için trend modelini belirlemek önemlidir [8].

3.2.5.1 Düzensiz model

Verilerimiz herhangi bir doğru veya eğri şekline çevrelemiyorsa, her bir veri birbirinden bağımsızsa, tahmin yapmak çok zordur. Herhangi bir grafik çizilemez.

3.2.5.2 Sabit model

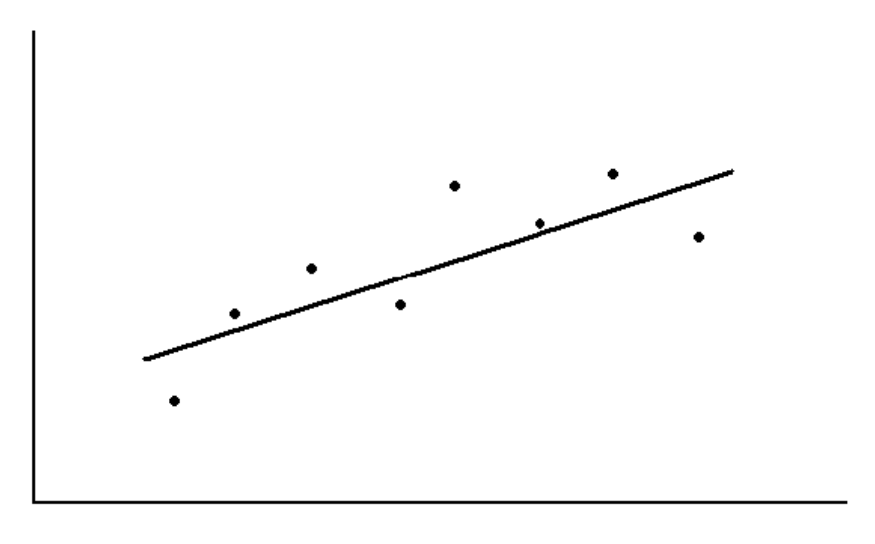
Verilerimiz hep birbirine yakın sonuçlardaysa, bu verileri doğrusal yatay bir grafikte sembolize edebiliriz.



Şekil 3.16: Sabit model.

3.2.5.3 Trend Modeli

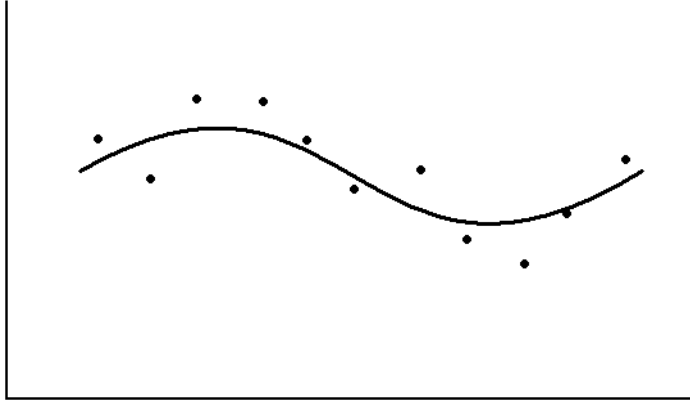
Verilerimiz düzenli bir şekilde artıyor ya da azalıyorsa, bu verileri bir doğruyla sembolize edebiliriz.



Şekil 3.17: Trend modeli.

3.2.5.4 Dönemsel Model

Verilerimiz belirli bir dönem içinde aynı şekilde grafiklendirilebiliyor, başka bir dönem içinde başka bir grafikte ifade edilebiliyorsa ve daha sonra bu eğilimlerini tekrarlıyorsa bu şekilde grafiklere dönemsel model denir.



Şekil 3.18: Dönemsel model.

3.2.5.5 Sabit Serilerde Tahmin

En çok kullanılan metotları, hareketli ortalama hesabı ve basit üstel düzleme yöntemidir.

Hareketli ortalama

$$F_t = \frac{1}{N} \sum_{i=t-N}^{t-1} D_i = \frac{1}{N} (D_{t-1} + D_{t-2} + \dots + D_{t-N}) \quad (3.12)$$

N incelenmiş dönem sayısını sembolize etmektedir. Bu durumda formüle bakarsak, N değeri ne kadar büyük olursa, tahminimiz geçmiş verilere o kadar bağımlıdır. Ayrıca daha sabit birbirine yakın tahminler elde ederiz. Küçük N değerleri içinse bunun tersine, son elde edilen verilere daha bağımlı tahminler yapmamız anlamına gelmektedir. Ayrıca tahminlerimizde hızlı sıçramalar ve değişkenlikler olması muhtemeldir [15].

Örnek

Bir araba fabrikasında, üst yönetim fabrikanın araba üretim talebinin neredeyse sabit olduğunu fark etmiştir. Bu sebeple gelecekteki talep tahmini, geçmiş 2 ayın talep verilerine bakarak hareketli ortalama yöntemiyle tahmin edecektir. Son 7 dönemde gerçekleşen talepler aşağıdadır [15].

Çizelge 3.7: Dönem talep değerleri I.

Dönem	Talep
1	200
2	255
3	176
4	189
5	224
6	283
7	308

İlk 2 dönemde elde edilen talepler 200 ve 255 araçtır.

$$D_1 = 200$$

$$D_2 = 255$$

Tahmin son 2 dönemin verilerine göre yapılacağına göre $N=2$ dir.

Tahmini yapılacak ilk dönem 3. dönemdir: $t=3$

$$D_{t-1} = D_{3-1} = D_2 = 255$$

$$D_{t-N} = D_{3-2} = D_1 = 200$$

$N=2$ iken üçüncü periyodun tahmini;

$$F_t = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=t-1}^{t-N} D_i = \frac{1}{N} \cdot (D_{t-1} + D_{t-2} + \dots + D_{t-N})$$

$$\begin{aligned} F_3 &= \frac{1}{2} \cdot (D_1 + D_2) = \\ &= \frac{1}{2} \cdot (200 + 255) = 227,5 \end{aligned}$$

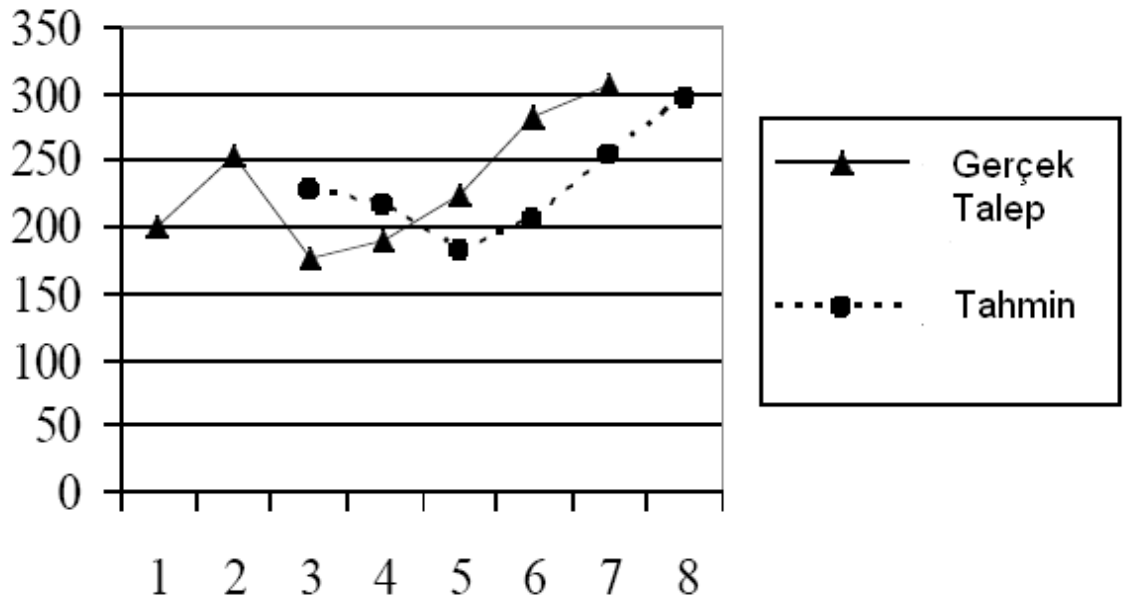
Diğer dönemlerin tahmini;

$$F_4 = \frac{1}{2} \cdot (255 + 176) = 215,5 \quad F_6 = \frac{1}{2} \cdot (189 + 224) = 206,5$$

$$F_5 = \frac{1}{2} \cdot (176 + 189) = 182,5 \quad F_7 = \frac{1}{2} \cdot (224 + 283) = 253,5$$

$$F_8 = \frac{1}{2} \cdot (283 + 308) = 295,5$$

Sekiz dönemin tahminini bulduğumuza göre şimdi eldeki gerçek verilerle elde ettiğimiz tahminleri kıyaslayalım.



Şekil 3.19: Gerçek verilerle elde edilen modellerin kıyaslanması.

Üstel düzleme yöntemi

Tahmin ağırlıklı ortalama hesabıyla yapılır. Yapılan tahmin, en son yapılmış olan tahmine, talebin son değerine ve düzleme katsayısına bağlıdır (α, β)

$$0 \leq \alpha, \beta \leq 1$$

Yeni Tahmin = α x Son Talep + $(1-\alpha)$ x Son Tahmin

$$F_t = \alpha D_{t-1} + (1-\alpha)F_{t-1} \quad (3.13)$$

- Büyük α değerleri;
 - o Şimdiki talep değerlerine daha çok ağırlık verir
 - o Tahminler talepteki değişimlere karşı çabuk tepki verir.
- Küçük α değerleri
 - o Geçmiş verilere daha çok ağırlık verir
 - o Tahminler daha durağandır.

Örnek

Bir araba fabrikasında, üst yönetim fabrikanın araba üretim talebinin neredeyse sabit olduğunu fark etmiştir. Bu nedenle talep tahmini üstel düzleme yöntemiyle yapılacaktır. Üstel düzeleme katsayısı olarak $\alpha=0,1$ alınacaktır. İlk dönemin tahmini 250 dir. Geçmiş yedi dönemin elde edilmiş talepleri de aşağıdaki çizelgedeki gibidir [15].

Çizelge 3.8: Dönem talep değerleri II.

Dönem	Talep
1	200
2	255
3	176
4	189
5	224
6	283
7	308

Bu durumda $F_1 = 250$ olarak verilmiş ve tablodan da anlaşıldığı gibi ilk talep $D_1 = 200$ dür.

İkinci dönemin tahmini için $\alpha = 0.1$ alınırsa;

$$F_t = \alpha \cdot D_{t-1} + (1 - \alpha) \cdot F_{t-1}$$

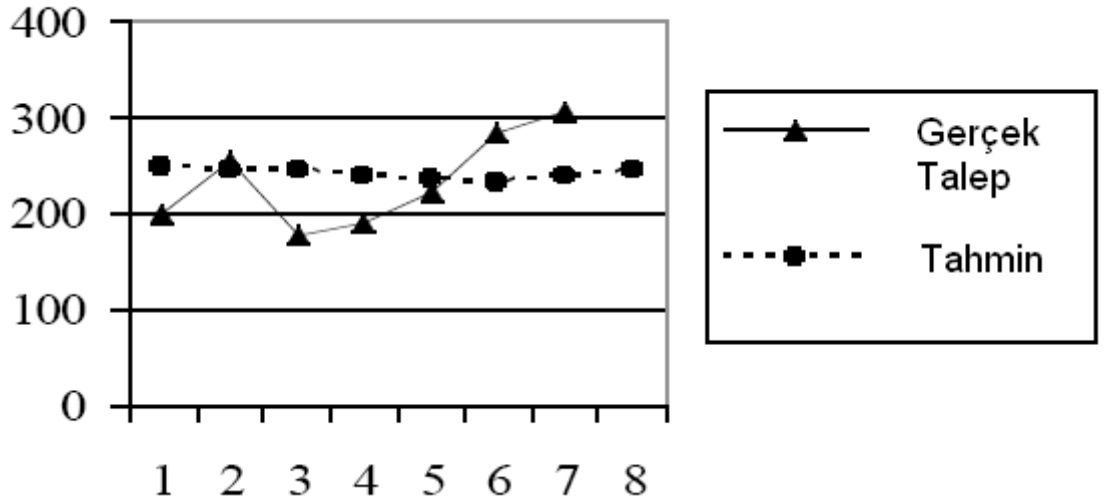
$$\begin{aligned} F_2 &= \alpha \cdot D_1 + (1 - \alpha) \cdot F_1 = \\ &= 0.1 \cdot 200 + (1 - 0.1) \cdot 250 = \\ &= 20 + 225 = 245 \end{aligned}$$

$$F_3 = 0.1 \cdot 255 + 0.9 \cdot 245 = 246 \quad F_4 = 0.1 \cdot 176 + 0.9 \cdot 246 = 239$$

$$F_5 = 0.1 \cdot 189 + 0.9 \cdot 239 = 234 \quad F_6 = 0.1 \cdot 224 + 0.9 \cdot 234 = 233$$

$$F_7 = 0.1 \cdot 283 + 0.9 \cdot 233 = 238 \quad F_8 = 0.1 \cdot 308 + 0.9 \cdot 238 = 245$$

Bu bulduğumuz tahminleri ve gerçek talep değerlerini Excel tablosunda yerleştirelim.



Şekil 3.20: Verilerin kıyaslanması.

Trend tabanlı tahmin modelleri

Kullanılan modeller; regresyon analizi (lineer ya da değil) ve çift üstel düzleme modelleridir.

Lineer regresyon analizi

Bir bakıma nedensel modeller arasında da sayılabilir. X ve Y ürünleri arasında bir ilişki vardır ve bu ilişki bir doğru biçiminde ifade edilebilir [8].

$$Y = a + bX \quad (3.14)$$

Benzer şekilde lineer bir ilişki, elde edilen talep değerleri ile zaman arasında da vardır.

$$Y = a + bX$$

$$F_t = a + bt \quad (3.15)$$

Çift üstel düzleme yöntemi

Bir diğer adı da Holt yönteminidir. Diğer üstel düzleme yönteminden farkı 2 tane düzleme katsayısı kullanılıyor olmasıdır. (α, β)

$$0 \leq \alpha, \beta \leq 1$$

$$S_t = \alpha D_t + (1 - \alpha)(S_{t-1} + G_{t-1})$$

$$G_t = \beta(S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta)G_{t-1} \quad (3.16)$$

$$F_{t,t+\tau} = S_t + \tau G_t$$

S_t : t döneminin sabit bileşeni

G_t : t döneminin eğilim bileşeni

$F_{t,t+\tau}$: t döneminde yapılan, $t + \tau$ periyodunun tahmini

Örnek

Bir mobilya mağazasında yönetim, fabrikanın ürünlerine olan talebin ilerleyen ve dönemsel değişiklik göstermeyen bir modelde olduğunu elde etmiştir. Bu nedenle ileriki talepleri Holt yöntemiyle tahmin edeceklerdir. Üstel düzleme katsayılarını $\alpha = 0.2$ ve $\beta = 0.1$ olarak kullanacaklardır. Sıfır döneminde yönetimin elinde $S_0 = 200$ ve $G_0 = 10$ değerleri vardır. Elde edilen geçmiş talep verileri aşağıdadır [15].

Çizelge 3.9: Dönem talep değerleri III.

Dönem	Talep
1	210
2	270
3	291
4	160
5	303
6	224
7	324

Başlangıç değerleri $S_0 = 200$ ve $G_0 = 10$ dir.

İlk dönemin elde edilmiş talep değeri 210 dür. $D_1 = 210$

İkinci dönemin tahmini $\alpha = 0.2$ ve $\beta = 0.1$ için;

$$F_{t,t+\tau} = S_t + \tau \cdot G_t$$

$$F_1 = F_{0,0+1} = S_0 + 1 \cdot G_0 = 200 + 1 \cdot 10 = 210$$

Diğer adımlar;

$$S_t = \alpha \cdot D_t + (1 - \alpha) \cdot (S_{t-1} + G_{t-1})$$

$$\begin{aligned} S_1 &= \alpha \cdot D_1 + (1 - \alpha) \cdot (S_0 + G_0) = \\ &= 0.2 \cdot 210 + (1 - 0.2) \cdot (200 + 10) = \\ &= 4.2 + 205.8 = 210 \end{aligned}$$

$$G_t = \beta \cdot (S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta) \cdot G_{t-1}$$

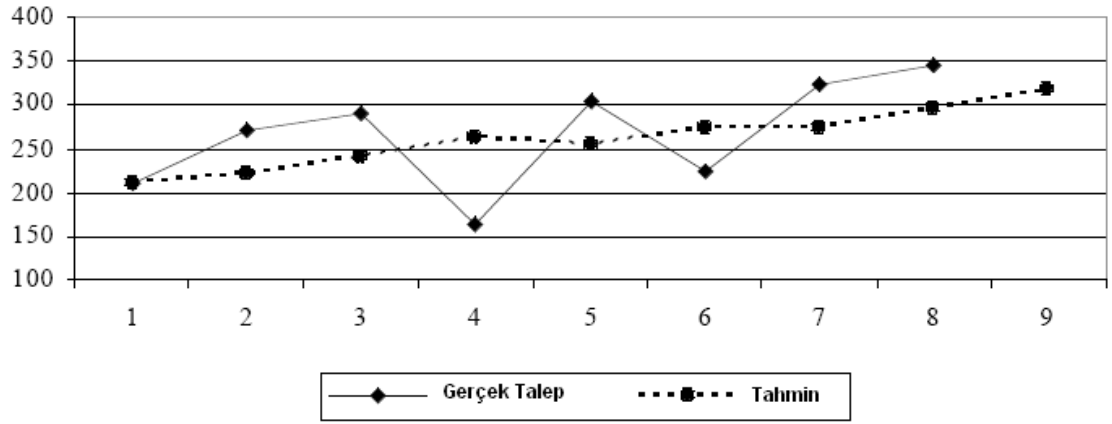
$$\begin{aligned} G_1 &= \beta \cdot (S_1 - S_0) + (1 - \beta) \cdot G_0 = \\ &= 0.1 \cdot (210 - 200) + (1 - 0.1) \cdot 10 = \\ &= 1 + 9 = 10 \end{aligned}$$

$$F_{t,t+\tau} = S_t + \tau \cdot G_t$$

$$F_2 = F_{1,1+2} = S_1 + 1 \cdot G_1 = 210 + 1 \cdot 10 = 220$$

$$\begin{aligned}
S_2 &= 0.2 \cdot 270 + 0.8 \cdot 220 = 230 & S_3 &= 0.2 \cdot 291 + 0.8 \cdot 241 = 251 & S_4 &= 0.2 \cdot 163 + 0.8 \cdot 263 = 243 \\
G_2 &= 0.1 \cdot 20 + 0.9 \cdot 10 = 11 & G_3 &= 0.1 \cdot 21 + 0.9 \cdot 11 = 12 & G_4 &= 0.1 \cdot (-8) + 0.9 \cdot 12 = 10 \\
F_3 &= 230 + 11 = 241 & F_4 &= 251 + 12 = 263 & F_5 &= 243 + 10 = 253 \\
\\
S_5 &= 0.2 \cdot 303 + 0.8 \cdot 253 = 263 & S_6 &= 0.2 \cdot 224 + 0.8 \cdot 274 = 264 & S_7 &= 0.2 \cdot 324 + 0.8 \cdot 274 = 284 \\
G_5 &= 0.1 \cdot 20 + 0.9 \cdot 10 = 11 & G_6 &= 0.1 \cdot 1 + 0.9 \cdot 11 = 10 & G_7 &= 0.1 \cdot 20 + 0.9 \cdot 10 = 11 \\
F_6 &= 263 + 11 = 274 & F_7 &= 264 + 10 = 274 & F_8 &= 284 + 11 = 295
\end{aligned}$$

Elde ettiğimiz bu tahminleri ve verilen talepleri grafikte gösterelim.



Şekil 3.21: Tahmin ve gerçek verilerin grafiği.

Tahmin eğrisi görüldüğü gibi gerçekten de artan bir trend eğrisi şeklindedir ve çok büyük artışlar göstermemektedir. Bu seçilen α değerinin küçük olmasından kaynaklanmaktadır. Tahminlerimi geçmiş verilere bağımlıdır ve durağan bir grafik oluşmaktadır.

3.2.6 Nedensel modeller

Yukarıdaki iki model de geçmiş bilgilere bakarak gelecek hakkında tahmin yürütür. Geçmişle gelecek arasında bir korelasyon kurar. Bu olayların neden ve nasıl gerçekleştiğiyle ilgilenmez. Nedensel modellerde, adında anlaşılabileceği gibi sebep ve sonuç arasında bağlantı kurulur. Örneğin güneş ve ay tutulmaları bu yöntemle incelenir ve ne zaman gerçekleşeceği tahmin edilir. Bu olayı anlayabilmek için temel fizik kurallarıyla bağlantısı kurulup nedeni anlaşılır ve buna göre ilerisi için tahmin yapılır. Bu yöntemle tahmin genellikle matematiksel tahminlerde kullanılır. Sebep ve sonuç arasında bağlantı kurulur [8].

Nedensel modellerin gelişimi, teknolojik değişime neyin neden olduğunu anlamaya yöneliktir. Eğer elimizdeki model olayın gelişimini sadece tanımlamıyor aynı

zamanda nasıl gerçekleştiğini de belirtiyorsa, bunun tahmin yöntemi için nedensel modeller kullanılır.

Örneğin hava tahminlerinde, elimizde havanın şu andaki ve geçmişteki sıcaklık, nem, basınç vs. gibi verileri mevcuttur. Bunlara ek olarak basınç hareketleri siklonların hareketleri gibi değerlerle hava sıcaklığının neden elimizdeki değerlerde olduğunu ve ileride nasıl olacağını da anlayabiliriz. İşte bu gibi tahminlerde bu yöntem kullanılır.

En temel kullanılan yöntem istatistiksel yöntemdir. Değişkenlerden biri zamandır.

Bu modeller iki kategoriye ayrılır. Bunlardan biri analitik modeldir. Sebep sonuç ilişkileri bir denklemle ya denklemler kümesiyle ifade edilebiliyorsa bu bir analitik modeldir. Sadece teknolojik ve tekno-ekonomik modeller bu gruptadır. Diğerisi ise simülasyon modelidir. Verilerimizi diferansiyel denklemlerle ifade edebiliyorsak bu bir simülasyon modelidir. Tekno-ekonomik sosyal modeller bu grupta incelenir [8].

3.2.7 Olasılık yöntemleri

Bu yöntemin diğerlerinden farkı, gelecek için tek bir tahminde bulunulmamasıdır. Olabilirliği olan durumların hepsi için bir olasılık dağılımı üretilir [19]. Örneğin hava tahminleri bu şekilde yapılır. Yarının yağmurlu olması olasılığı %20 denir. Bu ertesi gün yağmur yağma ve yağmama ihtimallerinin ikisinin de olduğunu belirtir.

Değişimi ve yeniliği yaratabilecek olan faktörlerin etkilerinin ve büyüklüklerinin olasılık dağılımları kullanılır. Olasılık tahminin en önemli noktası, çok fazla değer içermesi ve bu değerlere ait olasılık dağılımlarına sahip olmasıdır.

Olasılık modelleri diğer yöntemlere göre oldukça yeni bir yöntemdir. Dolayısıyla uygulama alanları henüz fazla gelişmemiştir.

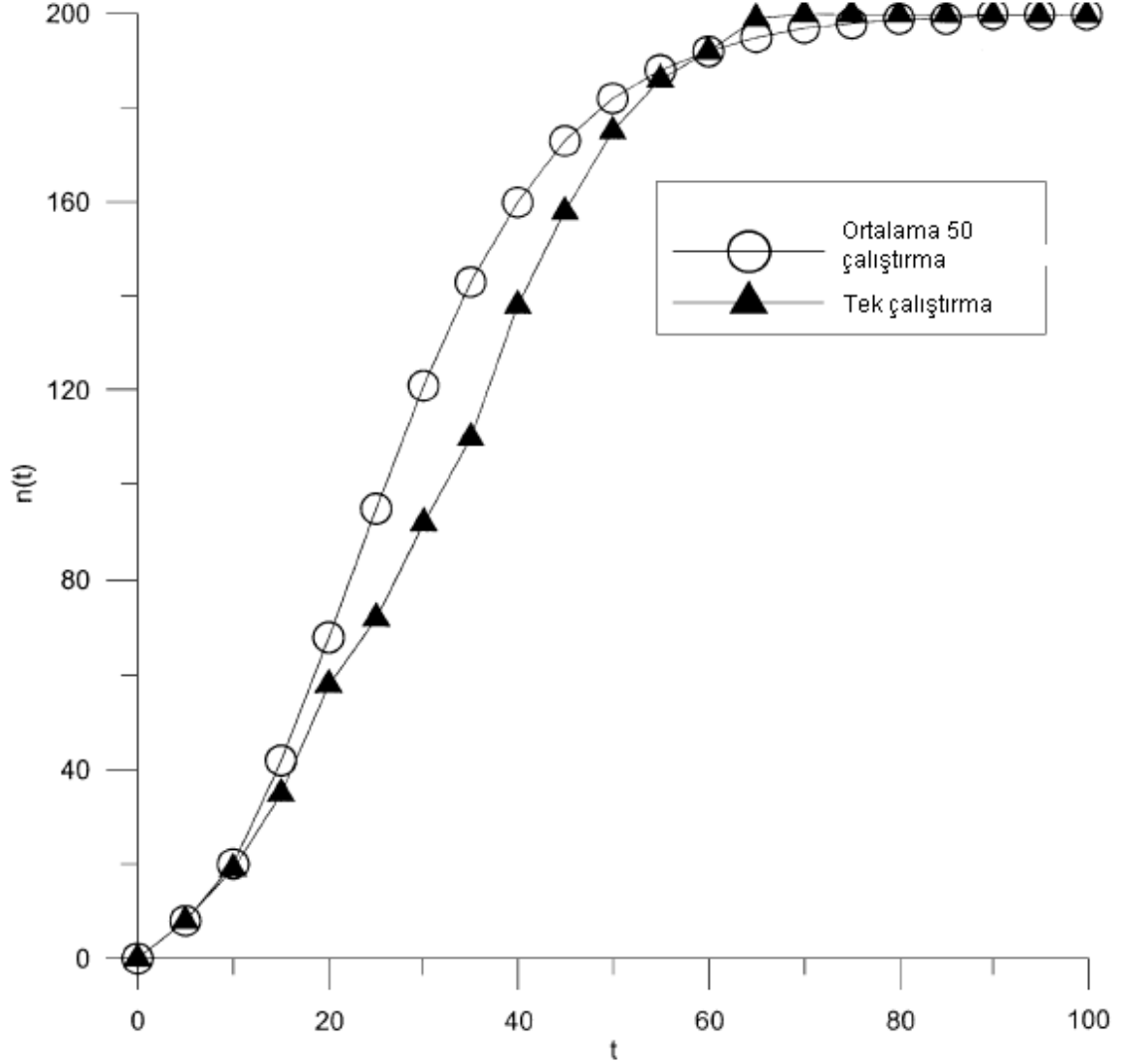
Olasılık yöntemlerinde çok fazla değişken ve çok fazla veri hesaplanmak zorunda olduğu için genellikle bilgisayar simülasyonlarıyla tahmin yapılır.

3.2.7.1 Dağılımın stokastik hücresel özdevinir modeli

Hücresel özdevinir model hücrelerin iki boyutlu dizisi olarak tanımlanır. Başlangıçta bazı hücreler canlı, bazıları ise ölü olarak belirtilir. Kurallar, bir hücrenin bir durumdan diğerine komşu hücrenin durumuna göre nasıl geçtiğini açıklar [8].

Bhargava'ya göre, bazı hücreler “adopter” bazıları ise “potansiyel adopter” olarak modele girer. Her potansiyel adopter hücre, olasılıksal hesaplamaya göre sonunda

adopter hücre haline gelir. Eğer potansiyel adopter hücre adopter hücreyle sınırdışsa, adopter hücreye dönüşür. Bitişik hücrenin yeni adopter olma olasılığı $1-x$ tir. Simülasyonda pazar doyum noktasına ulaşılan kadar x düzenli olarak azalır [8].



Şekil 3.22: Adopterların sayısının zamana göre eğrisi.

Bu çalışmanın üzerinde durduğu en önemli nokta başlangıçtaki adopterların sayısının etkisini belirlemektir. Beklenildiği gibi pazar doyum noktasına ne kadar hızlı ulaşıyorsa, başlangıçtaki adopterların sayısının fazla olmasının etkisi araştırılmıştır. Fakat bu süreç, hızla limitine ulaşır. Çünkü ilk adopterların sayısının artışının, adopter popülasyonunun büyümesinde çok küçük bir etkiye sahip olduğu görülmüştür.

3.2.7.2 Uygulama

Üç farklı teknik uygulamanın firmanın pazar payını nasıl etkileyeceğinin tahmini yapmaya çalışalım [8].

T_1 : Eski yaklaşım. En yüksek pazar payına sahipken uygulamaya başlanmış teknoloji

T_2 ve T_3 : Uygulamalarında düşük pazar paylarına sahip

Her bir t_i zaman aralığında T_j teknik yaklaşımı t_{i-1} anında satışlarının beklenen değeri birer fonksiyon olan rastsal değişkenlerdir.

Bu fonksiyonlar hem Gamma hem de Poisson dağılımlarıyla bulunabilir. Her iki durumda da parametrelerin önceki satış rakamlarından farklıdır.

Kolaylık olması amacıyla teknik yaklaşımların satışlarının bir önceki periyottan sonrakine değişimi normal dağılım olsun. Düzgün dağılım aralığı 0.2 olsun.

Çizelge 3.10: Hücrel özdevinir model.

	T1	T2	T3
İlk satışlar, x_0	85	5	10
Uygunluk (fitness), f	0.2	0.6	0.5
ilk pazar payı, %	0.85	0.05	0.10

t_0 anında pazar payı ağırlıklı ortalama uygunluğu 0.25 olsun. Bu durumda T_1 in ortalama uygunluktan sapması $0.2-0.25=-0.05$, T_2 nin $0.6-0.25=0.35$, T_3 ün $0.5-0.25=0.25$ tir.

t_1 anında değişim ortalaması T_1 için $-0.05 \times 0.85 = -0.0425$, T_2 için $0.35 \times 0.05 = 0.0175$, T_3 için $0.25 \times 0.10 = 0.025$ tir.

Gerçek değişim ± 0.1 aralığında rassal sayılardır.

T_1 için bu aralık; $85-85 \times (-0.0425-0.1)=72.9$, $85+85 \times (-0.0425+0.1)=89.9$, (72.9, 89.9)

T_2 için; $5-5 \times (0.1-0.0175)=4.6$, $5+5 \times (0.0175+0.1)=5.6$, (4.6, 5.6)

T_3 için; $10-10 \times (0.1-0.025)=9.25$, $10+10 \times (0.025+0.1)=11.25$, (9.25, 11.25)

Şimdi bu yukarıdaki bilgilerden hangi sonuçlara varmamız gerektiğini düşünelim. Tabloya göre açıkça görülüyor ki T_1 diğerlerine göre ortalamaya en az uyan yaklaşım. Uzun vadede T_2 nin diğer iki yaklaşıma göre daha baskın olmasını ve pazar payının büyük bir kısmını kapmasını bekleriz. Çünkü uygunluk oranı en fazla olan odur. Fakat pazar payı olarak en düşük başlamaktadır. Bunu da hesaba katarsak T_3 ilk başta T_1 in pazar payından bir miktar kapacaktır.

Sonuçları tam olarak görebilmek için benzetim yapmamız gerekmektedir.

4. BUZDOLAPLARINDA ISI YALITIM MALZEMESİ OLARAK VIP ve POLİÜRETAN KULLANIMI ÜZERİNE UYGULAMA

4.1 Isı Yalıtımı

Yalıtım, enerji tasarrufu, ekolojik denge, hava kirliliğinin önlenmesi ve sağlıklı mekanların oluşturulması açısından yapılar için büyük önem taşımaktadır. Dünyadaki doğal enerji kaynakları hızla tükenirken, enerji tüketiminin sürekli artıyor oluşu, ısı enerjisinin maliyetinin düşürülmesi ve elde edilen enerjinin ekonomik olarak kullanılmasını bir zorunluluk haline getirmektedir.

Yapılardan dış ortama kaybedilen ısı enerjisi miktarının yaklaşık % 25'i çatıdan, % 15'i bodrum döşemesinden, %15'i dış duvarlardan, % 25'i pencerelerden ve % 20'lik bölümü ise pencere ve kapılardan olan hava kaçaklarından kaybedilmektedir.

Bu ısı kayıplarını en aza indirebilmek amacıyla camyünü, taş yünü, ekspande polistiren (eps), ekstrude polistiren (xps), poliüretan (pur), fenol köpüğü, cam köpüğü, ahşap lifli levhalar, genleştirilmiş perlit (EPB), genleştirilmiş mantar (ICB), ahşap yünü levhalar vb. ısı yalıtım malzemeleri kullanılmaktadır. Bu malzemeler düşük ısı iletim katsayısına sahip oldukları için kullanılmaktadırlar. Yapı bileşenlerinde kullanılan malzemelerin ısı iletim katsayıları ne kadar düşükse iç ortam ile dış ortam arasındaki ısı alışverişi o oranda düşer [23].

Uygulamanın konusu buzdolaplarında ısı yalıtım malzemesi olarak VIP kullanımı üzerinedir. Farklı sıcaklıktaki iki ortam arasında ısı transferini azaltmak için yapılan işleme ısı yalıtımı denir. Bunu sağlayan malzemelere ısı yalıtım malzemesi adı verilir. Dünyadaki doğal enerji kaynakları hızla tükenirken, enerji tüketiminin sürekli artıyor oluşu, ısı enerjisinin maliyetinin düşürülmesi ve elde edilen enerjinin ekonomik olarak kullanılmasını bir zorunluluk haline getirmektedir. Bu faktörlerin etkisiyle hem binalarda hem de enerji tüketen ürünlerde enerji kullanımını minimuma indirmede etkin bir yöntem olan ısı yalıtımı son yıllarda büyük önem taşımaktadır [23,24,25].

İlk üretilen buzdolapları pek başarılı olamamıştır. Madenyünü ile yalıtılmış ve kompresörlerinin boyutları çok büyük üretilmiştir. 1963 yılında katı poliüretan ilk defa olarak buzdolaplarında ve dondurucularda kullanılmış ve o tarihten itibaren hala kullanılmaktadır [26]. Günümüzde de yalıtım malzemesi olarak en fazla poliüretan kullanılmaktadır. Fakat poliüretananın yalıtım katsayısının çok düşük olmaması ve yukarıda anlatılan sebeplerden dolayı bu konuda yeni araştırmalar başlamıştır. Ayrıca poliüretan buzdolabının sağlamlığını ve şeklini sağlamada da önemli bir üründür [26]. Bu nedenle poliüretandan tamamen vazgeçmek şu an için pek olası değildir. Yeni kullanılan ürünlerin başında VIP gelmektedir, bu malzeme buzdolaplarında şu anda kullanılıyor olmakla beraber, tamamen poliüretanın yerini henüz almamıştır ve bu konuda araştırmalar devam etmektedir.

4.1.1 Poliüretan

Poliüretan, üretan isosyonat ve alkolün girdiği kimyasal reaksiyondan elde edilen bir kimyasaldır. Bu reaksiyon 19.yüzyılda bilinmesine rağmen 1937 senesinde Otto Bayer tarafından poliizosyonat ve poliöl ajanlarının da yardımıyla iyi kalitede plastik elde edilmekte kullanılabilecek kadar işe yaramaz diye bir kenara atılmıştı [26].

Poliüretan teknolojisi daha sonra iki göçmen kimyager Jean-Pierre Abbat ve Dr.Fritz Hartmann tarafından 1957’ de ABD’ ye taşındı ve geliştirildi.

Poliüretan değişik amaçlar için başka bazı katkıları ve monomerler kullanılarak farklı sertliklerde üretilir hale geldi. Günümüzde su izolasyonu ürünleri, araba direksiyonları, ayakkabı tabanları, yapıştırıcılar, zemin kaplamaları, köpükler, elastomerler ve daha birçok ürün poliüretandan başkalaştırılarak üretilmektedir.

- Poliüretan kapalı gözenek yapısından dolayı lifli malzemelerle karıştırılmayacak ölçüde yüksek izolasyon malzemesidir.
- Cephede ısı ve nem köprülerini engeller.
- Haşere ve parazit barındırmaz.
- Sürekli güneş ışınları yüzeyde tozlaşma etkisi göstermez.
- Buhar difüzyon direnci yüksektir.
- Alev almaz ve yüksek ısı tutuculuğu vardır.
- Su ve neme dayanıklıdır. Çürümez ve kokusuzdur.

- Hava kanalları sayesinde yapıya nefes aldırır.

4.1.2 Vakumlu yalıtım malzemesi (VIP)

Alışlagelmiş malzemelerde genel olarak yalıtımı sağlayan havadır. Dolayısıyla, yalıtım malzemesinin performansı, havanın ısı iletim katsayısı olan 0.025 W/m-K değeri ile sınırlıdır. Yalıtım malzemesi içindeki hava boşaltıldığı takdirde, teorik olarak ürünün ısı yalıtım özelliğinin iyileştirilmesi de mümkündür. Bu noktadan hareketle vakumlu yalıtım panelleri geliştirilmiştir. Vakumlu yalıtım panelleri, gözenekli yapıdaki bir iç dolgu malzemesinin, iç dolgu malzemesi karakterine bağlı olarak gaz giderici malzemesi kullanılarak ya da tek başına bir zarfın içine konularak vakumlanması ve sızdırmazlığı sağlanarak atmosfere kapatılması ile oluşturulur. Örneğin üretiminden hemen sonra fumed silica kullanılmış Vakumlu Yalıtım Panellerinde ısı iletim katsayısı 0.004 W/m-K olarak belirlenmiştir [25].

Vakumlu yalıtım panelleri (VIP), çok geniş bir kullanım alanına hitap eden ve en yüksek ısı yalıtımını vadeden yalıtım birimleridir. VIP'lerinin ortasında destek görevi gören gözenekli bir iç malzemesi bulunur. Bu malzeme gaz geçirmeyen, farklı yapılarda olabilen bir zarf içerisine alınarak içerideki hava belli oranda vakumlanmış ve böylece VIP'nin ısı iletim katsayısı düşürülmüştür. Bu birimlerin içerisindeki hava basıncı kullanılan iç malzemenin tipine bağlı olarak 1 ila 103 Pa (0,01-10 mbar) arasında değişim gösterir. Hali hazırda kullanılan iç malzemeler, ya açık hücreli polimerler veya mikro-gözenekli silislerdir. Polimer iç malzemeler 0.005 ila 0.008 W/m-K düzeyinde ısı iletim katsayısı göstermektedirler. Diğer taraftan silis tozu tabanlı tipik bir panelin ısı iletkenliği 103 Pa (10 mbar) lık yumuşak bir vakumda 0.004 W/m-K seviyesine kadar düşebilmektedir. Silis aerogellerin VIP lerinde kullanımı, silis tabanlı VIP'lerinin önemli ölçüde geliştirme fırsatı doğurmuştur [23,24].

Literatürde, iç malzeme olarak Aerogel, Açık Hücreli Poliüretan, Geri Dönüşümü Yapılmış Üretan (RUF), Açık Hücreli Ekstrude Edilmiş Polistiren, Fiberglas, Toz Malzemeler kullanılarak farklı zarf malzemeleri (Plastik, Paslanmaz Çelik, Alüminyum içeren çok katlı filmler) ile birlikte VIP lerin ısı iletim katsayıları ölçülmüştür. Ayrıca içerisine hava ve nemin girmesiyle ısı iletimleri artan ve etkisini

yitiren VIP lerin, ısı iletim katsayılarında belirli oranda artış meydana gelinceye kadarki servis ömürlerin hesaplanmasına dair çalışmalar yapılmıştır.

Vakumlu ortam, ısı iletiminin en az olduğu ortam olarak bilinmektedir. Vakumlu yalıtım yaklaşımı pencerelere, vakumlu çift cam takılması yöntemiyle uygulanmış ve verimliliğinden ve etkinliğinden dolayı oldukça yaygın bir kullanım alanı bulmuştur. Benzer bir yaklaşımla, yukarıda belirtilen yalıtım malzemelerinin bünyesinde bulunan havanın vakumlanarak kullanılabilmesi halinde bu malzemelerin ısı iletim katsayılarında önemli ölçüde düşüş sağlanabilecektir [23,24]. Aeojel ve fumed silika VIP de dolgu malzemesi olarak kullanılan en önemli iki maddedir. Fumed silika endüstriyel olarak üretilen bir maddedir. Hala VIP de kullanımını maksimuma çıkarmak ve en uygun formunu yaratabilmek için çalışmalar devam etmektedir.

4.2 Patent Analizi

Patentler teknoloji eğilim analizleri için oldukça faydalı kaynaklardır. Ayrıca bir teknoloji ya da endüstri hakkında bilgi almak, gelişmeleri görebilmek için oldukça değerli kaynaklardır. Patent gelişimleri genellikle aynı tip büyüme izlerler. Çoğunlukla S şeklinde eğrilerdir. İlk ortaya çıkış döneminde oldukça az sayıda patent bulunur, daha sonra hızlı bir gelişme göstererek alınan patent sayıları hızla artar, sonra da üst limitlerine çıkar ve yavaşlar.

Bir alandaki büyümeyi anlayabilmek, gelişimi belirleyebilmek amacıyla belirli anahtar kelimeleri kullanarak patentleri incelemek oldukça anlamlı bir çalışmadır [12].

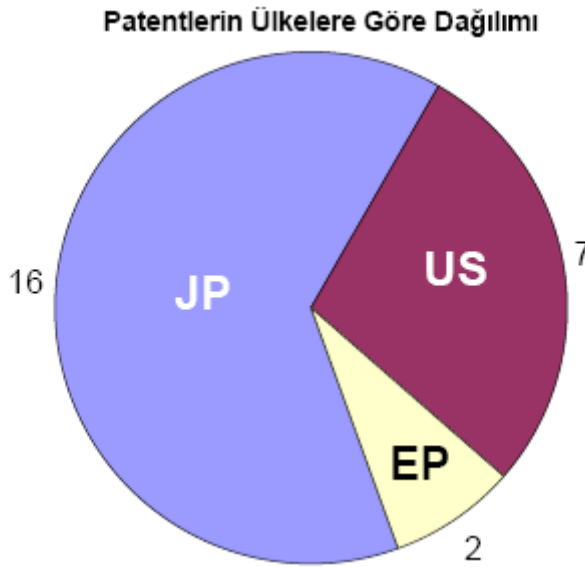
4.2.1 Yöntemin seçimi

Aşağıdaki çalışmada, buzdolabı yalıtım malzemelerinden poliüretan ve VIP için, günümüze kadar alınan patentler incelenmiştir. Daha sonra bu verilerle en uygun tahmin yöntemi olarak Pearl eğrisi seçilmiştir. Çünkü elimizde yeterince fazla veri olması ve bu teknolojilerin bir doygunluk noktasına geleceğinin bilinmesi, bizi Pearl eğrisini kullanmaya itmiştir. Daha sonra VIP'nin poliüretanın yerine geçme durumu göz önüne alınarak, teknoloji değişim modeli kurulmuştur. Bütün bu modellere göre de önümüzdeki yıllarda bu teknolojilerin durumlarının nasıl olacağı öngörülmeye çalışılmıştır.

4.2.2 VIP Patent Araştırması

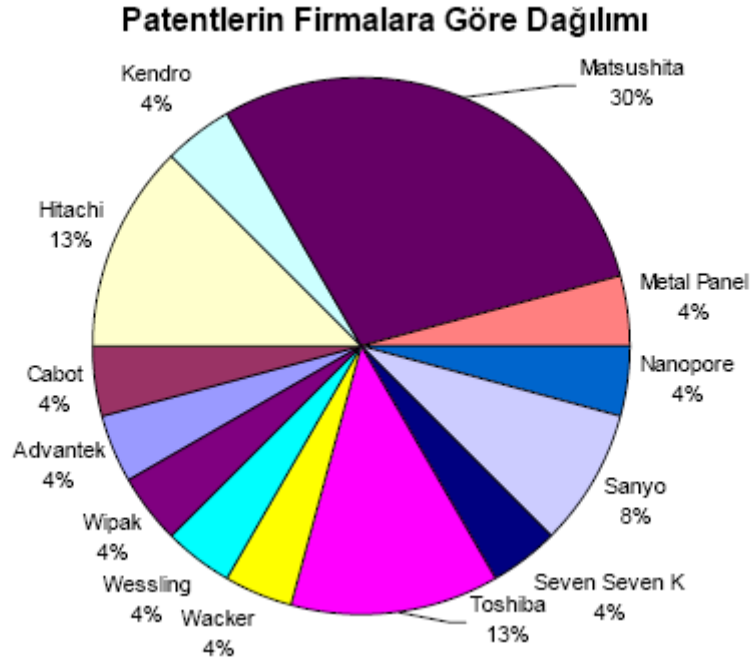
VIP malzemeleri ile uygulamaya yönelik olarak yapılan patent çalışmaları incelenmiştir. Bu amaçla ESPACENET veri tabanından faydalanılmış ve “vacuum insulation”, “vacuum insulation panel”, “vacuum insulation AND refrigerator”, “vacuum insulation AND freezer”, “vacuum insulation panel AND refrigerator”, “vacuum insulation panel AND freezer” anahtar kelimeleri kullanılmıştır [27].

Yapılan incelemede 2004, 2005 ve 2006 yılında başvurusu yapılan veya alınan patentler incelenmiştir. Patentlerin ülkelere göre dağılımı Şekil 4.1 ‘de sunulmuştur [28].



Şekil 4.1: İncelenen patentlerin ülkelere göre dağılımı

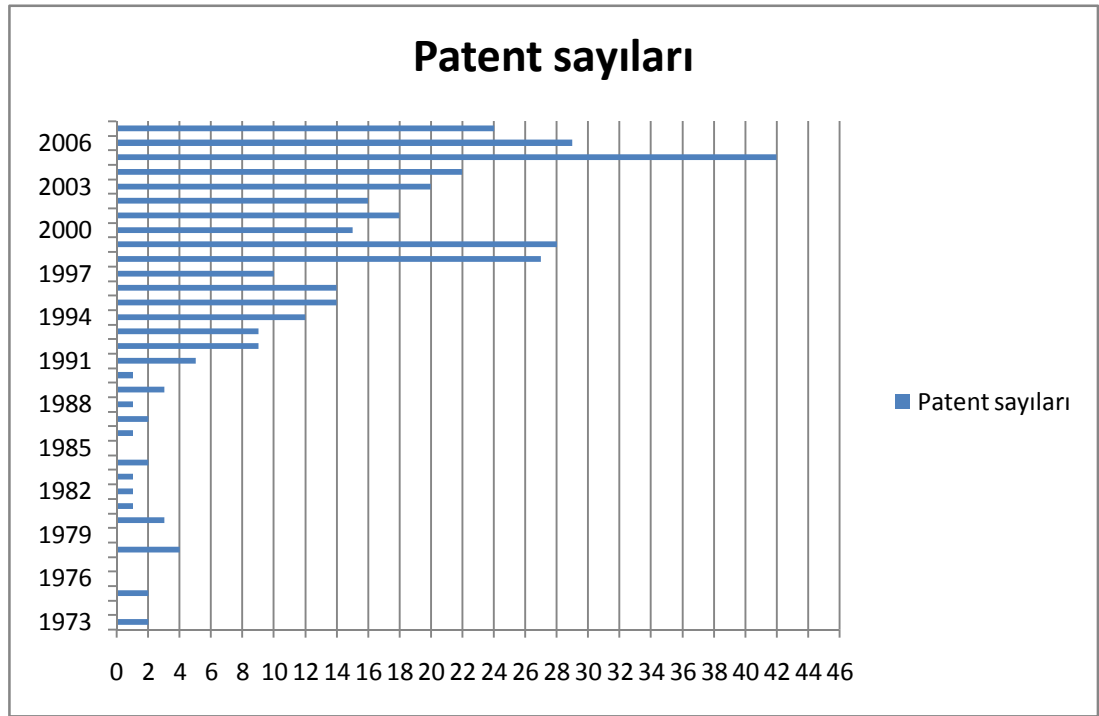
Şekil 4.1 ‘de sunulduğu üzere araştırma sonucunda toplam 25 adet patent incelenmiştir. Bu patentlerden 16 adedi Japonya, 7 adedi Amerika ve 2 adedi EP kodludur. Yapılan patent araştırması, özellikle Japon firmaların son yıllarda VIP ile ilgili olarak yaptıkları çalışmaları hızlandırdıklarını göstermiştir. Bunun yanında, buzdolabı üreticisi Japon firmaların aynı zamanda iç dolgu malzemesi ile ilgili olarak patent aldıkları görülmüştür. Bu çerçevede, Japonya ‘da üretim yapan firmaların Avrupa ‘da üretim yapan firmalar gibi VIP lerini dışarıdan almak yerine kendi içlerinde üretim yaptıkları veya en azından kendi uygulamaları/malzemeleri için çalışmalar yaparak bunları korudukları görülmüştür. İncelenen patentlerin firmalara göre dağılımı Şekil 4.2 ‘de sunulmuştur [28].



Şekil 4.2: İncelenen patentlerin firmalara göre dağılımı.

Şekil 4.2 ‘de sunulduğu üzere en fazla patent çalışması Matsushita firması tarafından yapılmıştır. Firma, hem buzdolabı uygulaması hem de malzeme detayı ile ilgili olarak çalışmalar yapmıştır. Uygulama ve malzeme çalışması yapan bir diğer firma ise Hitachi firmasıdır. Toshiba ve Sanyo firmaları da bu iki firmayı takip etmektedir. Toshiba ticari buzdolaplarında uygulama çalışması yapmakla beraber Sanyo firması VIP uygulamasını daha çok medikal soğutucularda gerçekleştirmektedir. Malzeme ile ilgili çalışmalar son yıllarda özellikle camyünü iç dolgu malzemesi ile ilgili çalışmaların yoğun olarak yapıldığını göstermiştir [28].

Daha sonra Espacenet veri tabanından “Vacuum Insulation Panel” anahtar kelimesini kullanarak şimdiye kadar bu konuda alınan patentler belirlenmiştir [27]. Bu patentleri incelediğimizde son yıllarda oldukça fazla sayıda patent alındığı görülmüş ve bunların buzdolabıyla ilgili olanlarının sayılarının arttığı gözlemlenmiştir.



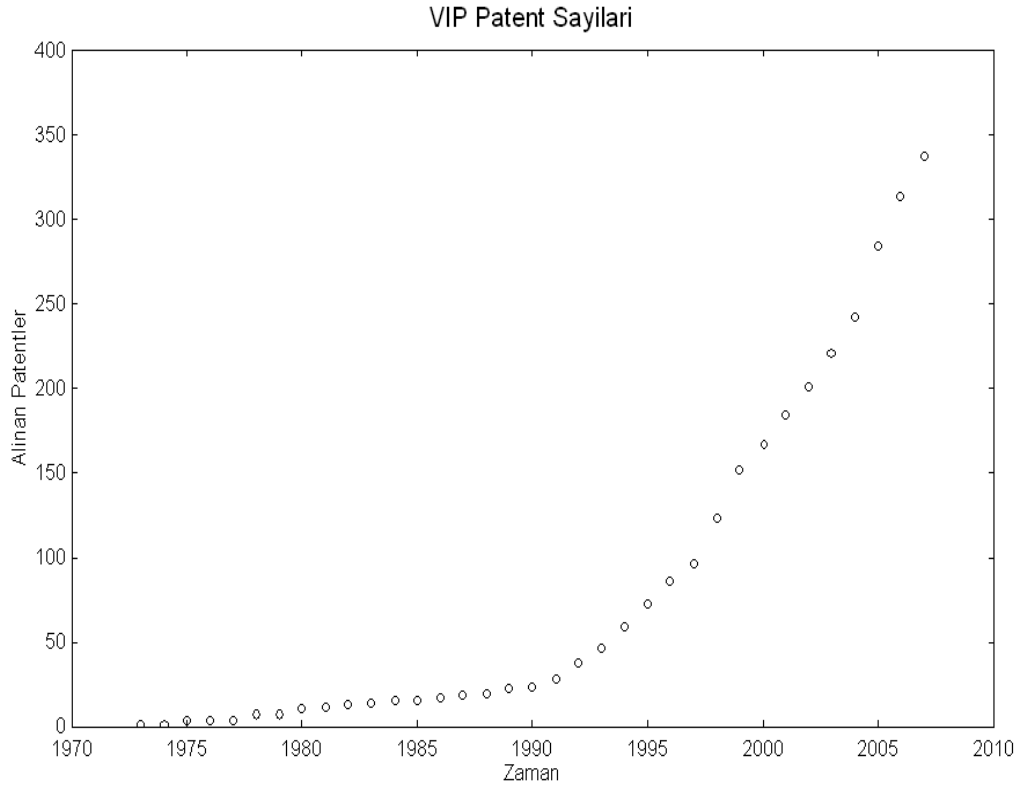
Şekil 4.3: VIP için alınan patent sayıları.

Pearl eğrisini oluşturmak için birikimli patent sayılarını hesaplayalım [12,13]

Çizelge 4.1: VIP patent sayıları.

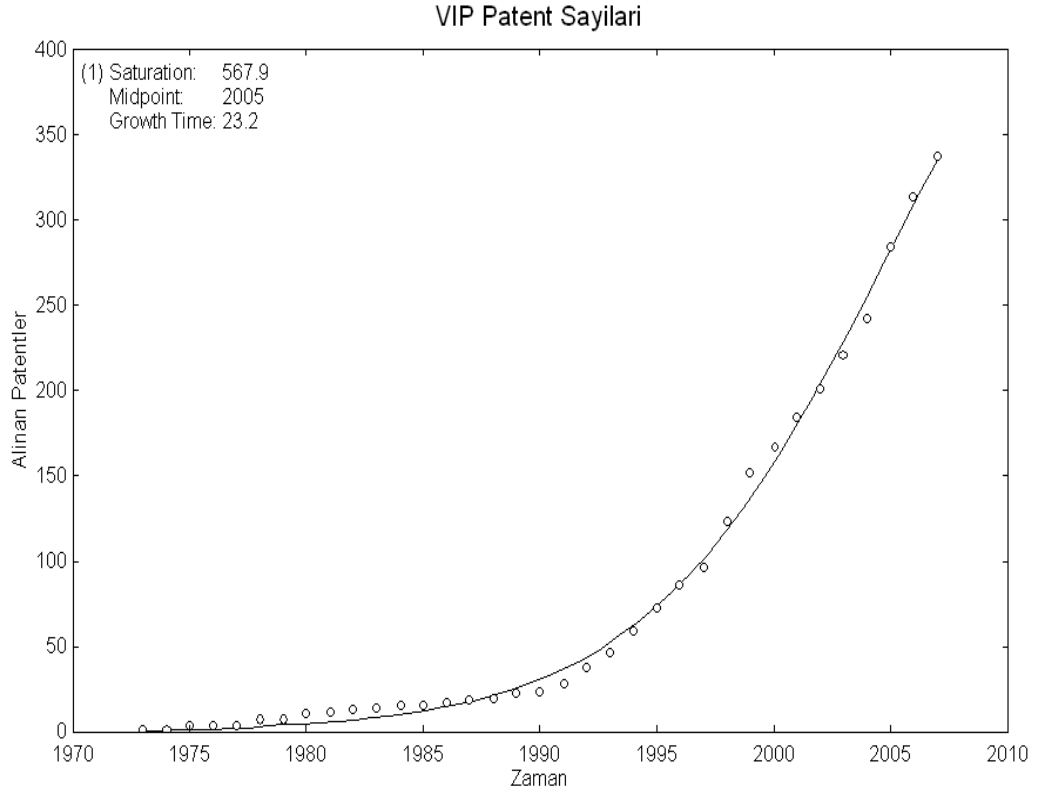
Yıllar	Patentler	Birikimli Patent Sayıları
1973	2	2
1974	0	2
1975	2	4
1976	0	4
1977	0	4
1978	4	8
1979	0	8
1980	3	11
1981	1	12
1982	1	13
1983	1	14
1984	2	16
1985	0	16
1986	1	17
1987	2	19
1988	1	20
1989	3	23
1990	1	24
1991	5	29
1992	9	38
1993	9	47
1994	12	59
1995	14	73
1996	14	87
1997	10	97
1998	27	124
1999	28	152
2000	15	167
2001	18	185
2002	16	201
2003	20	221
2004	22	243
2005	42	285
2006	29	314
2007	24	338

Elimizdeki patent sayıları değerlerini grafikte yerleştirirsek aşağıdaki tabloyla karşılaşırız.

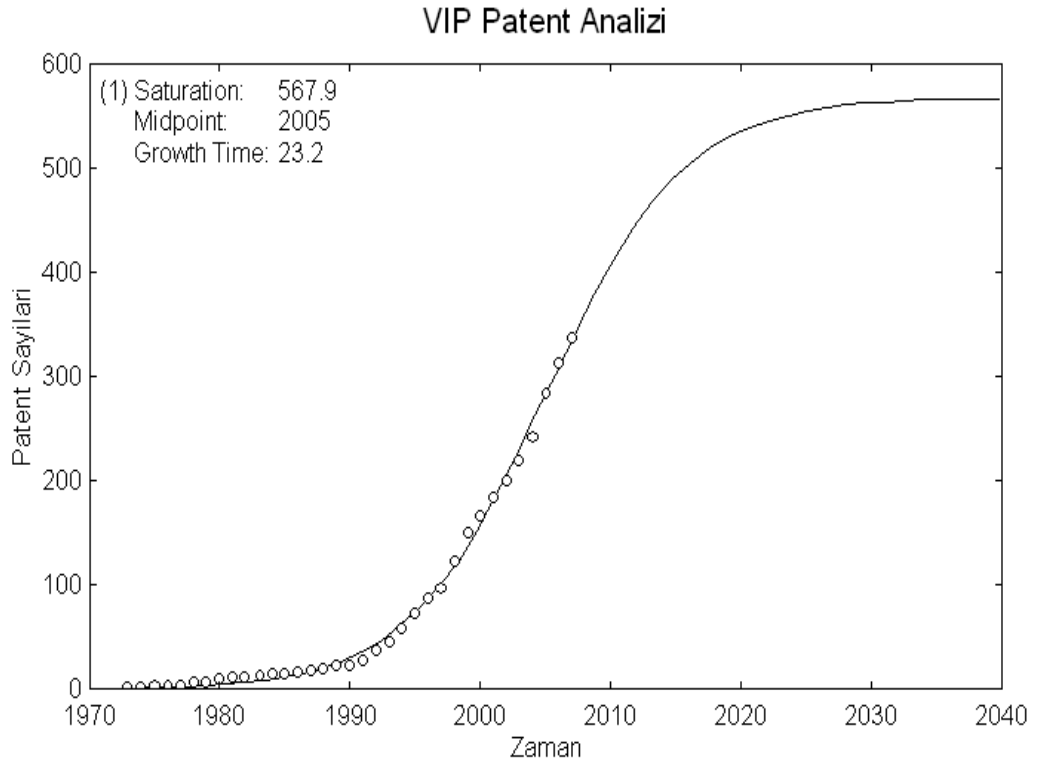


Şekil 4.4: VIP patent sayılarının grafiği.

Yukarıdaki değerlere en uygun Pearl eğrisini oluşturalım ve buna göre önümüzdeki yıllarda VIP kullanımının nasıl devam edeceğini tahmin edelim.



Şekil 4.5: VIP patent sayılarının Pearl eğrisi.



Şekil 4.6: VIP patent sayılarına göre gelecek tahmini.

Elimizdeki verileri kullanarak oluşturduğumuz Pearl eğrisine göre, eğrinin orta noktası 2005 yılıdır. Bu da eğrinin en çok yükseldiği nokta anlamına gelmektedir. Yani 2005 yılında VIP için en fazla patentin alındığı, en fazla gelişmenin yaşandığı yıldır. İçinde bulunduğumuz 2008 yılında da bu gelişmeler devam etmektedir. Demek oluyor ki şu anda VIP maddesi için en yoğun çalışmaların yapıldığı yıllardayız. Bu yoğunluk 2015 yılına kadar devam edecek ve daha sonra yavaşlayacaktır. 2020 yılında ise eğrinin artık doygunluk noktasına geleceği görülmektedir. Çalışmalar artık 2020 yılında azalacak, VIP ile ilgili fazla gelişme yaşanmayacaktır. 2020 yılından itibaren yeni bir teknolojinin bulunacağını ve çalışmaların diğer teknolojiye kayacağını söyleyebiliriz.

Diğer taraftan sadece patentlere bakarak 2020 yılından itibaren artık VIP kullanımı azalacak demek yanlış olur. Çünkü bir patent alındıktan sonra bunun piyasaya sürülmesi zaman almaktadır. Yeni bir teknolojinin bulunup kullanılır hale gelmesi yaklaşık 5 yıllık bir süreci kapsayabilmektedir. Patentlere bakarak sadece, kullanılabilecek teknolojinin o yılda bulunduğunu, gelişmelerin o yıllarda yaşandığını söyleyebiliriz. Çünkü bir teknoloji bulunduktan itibaren ürünlere uygulanması ve laboratuvar çalışmaları o teknolojiye göre değişmektedir. Yani bu grafiğe bakarak 2020 yılından sonra VIP kullanımını durgunluk dönemine gireceğini söylemek, bizim bunun piyasada fark etmemizin 5-10 yıllık bir süreçte gerçekleşeceği anlamına gelmektedir.

Bu verilerden hareketle, VIP kullanımının büyüme eğrisini tahmin edersek aşağıdaki gibi bir sonuca varabiliriz.

Çizelge 4.2: VIP teknolojisi büyüme eğrisi.

VIP teknolojisi büyüme eğrisi	
Bükülme noktası	Doygunluk noktası
2005	2020
VIP teknolojinin pazardaki büyüme eğrisi	
Bükülme noktası	Doygunluk noktası
2010-2015	2025-2030

4.2.3 Poliüretan patent araştırması

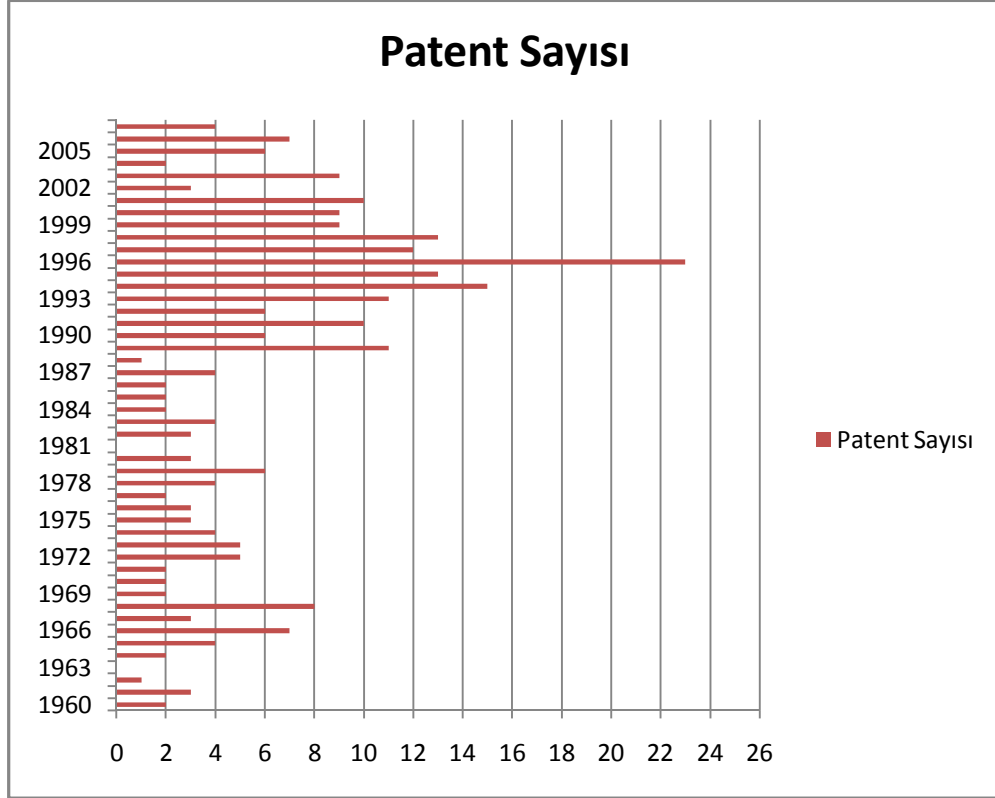
Espacenet veri tabanından “Poliurethane AND Refrigerator” anahtar kelimeleri kullanarak şimdiye kadar poliüretanın buzdolabında kullanımıyla ilgili olarak alınan patentler belirlenmiştir [27]. Buna göre aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

Çizelge 4.3: Poliüretan patent sayıları.

Yıllar	Patentler	Birikimli Patent Sayıları
1960	2	2
1961	3	5
1962	1	6
1963	0	6
1964	2	8
1965	4	12
1966	7	19
1967	3	22
1968	8	30
1969	2	32
1970	2	34
1971	2	36
1972	5	41
1973	5	46
1974	4	50
1975	3	53
1976	3	56
1977	2	58
1978	4	62
1979	6	68
1980	3	71
1981	0	71
1982	3	74
1983	4	78
1984	2	80
1985	2	82
1986	2	84
1987	4	88
1988	1	89
1989	11	100
1990	6	106

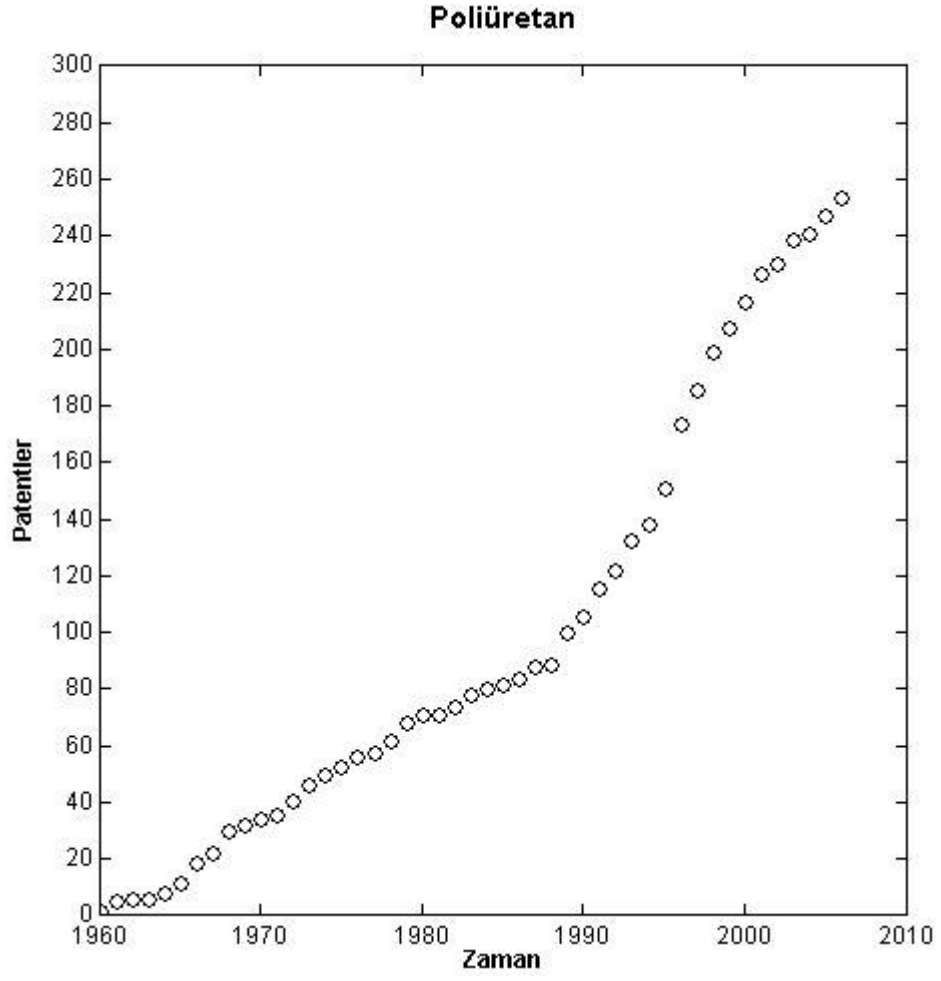
Çizelge 4.3: (devam) Poliüretan patent sayıları.

Yıllar	Patentler	Birikimli Patent Sayıları
1991	10	116
1992	6	122
1993	11	133
1994	15	138
1995	13	151
1997	12	186
1998	13	199
1999	9	208
2000	9	217
2001	10	227
2002	3	230
2003	9	239
2004	2	241
2005	6	247
2006	7	254
2007	4	258



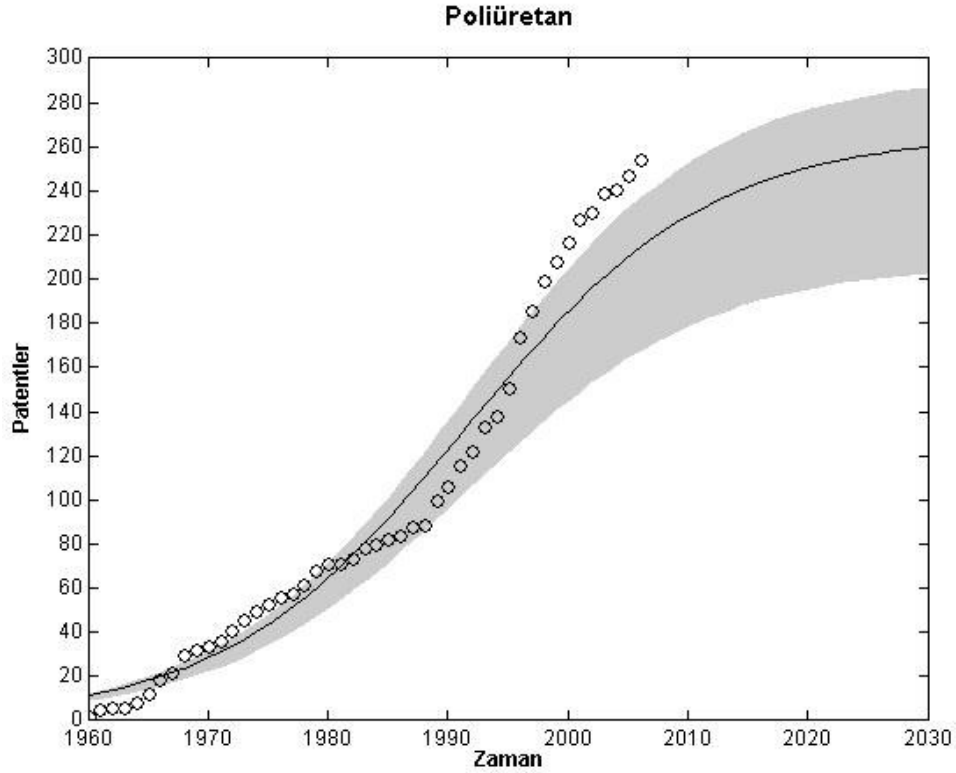
Şekil 4.7: Poliüretan patent sayıları.

Görüldüğü gibi poliüretanda alınan patent sayısı 1990 lı yıllarda en yüksek değerindedir. Oysaki VIP deki patent sayıları 2000 li yıllarda daha fazlaydı. Yine bir karşılaştırma yaparsak poliüretanın daha eski bir teknoloji olduğu 1960 yılından itibaren patent alındığıyla da görülmektedir. Yine 1970 li yıllarda dahi oldukça fazla patent alınmıştır. Bu değerlerden elde ettiğimiz birikimli değerleri aşağıdaki şekilde görülmektedir.



Şekil 4.8: Poliüretan patent sayılarının birikimli değerleri.

Yukarıdaki değerleri uygun bir pearl eğrisine oturtmaya çalışalım. Bu durumda aşağıdaki gibi bir grafik elde etmiş oluruz.



Şekil 4.9: Poliüretan patent sayıları Pearl eğrisi.

Yukarıdaki grafiğe bakarsak, poliüretan için bulunan yeni teknolojiler şuan için doygunluk noktasına çok yaklaşmıştır. 2000 yılından itibaren fazla sayıda patent alınmadığı ve alınan patent sayılarının azalmaya başladığı grafiğe göre söylenmektedir. 1980 ve 1995 yılları arası poliüretan teknolojisinin en çok gelişme gösterdiği yıllar olmuş ve bu hız 2000 li yıllarda durmuştur. Bu grafiğe bakarak, içinde bulunduğumuz 2008 yılı içerisinde piyasaya yeni bir teknolojinin girdiği beli olmaktadır. Bu da daha önce bahsettiğimiz VIP teknolojisidir. Artık yeni çalışmalar onunla devam etmekte ve daha sonra yeni bir teknolojiye geçiş olacaktır.

Çizelge 4.4: Poliüretan teknolojisi büyüme eğrisi.

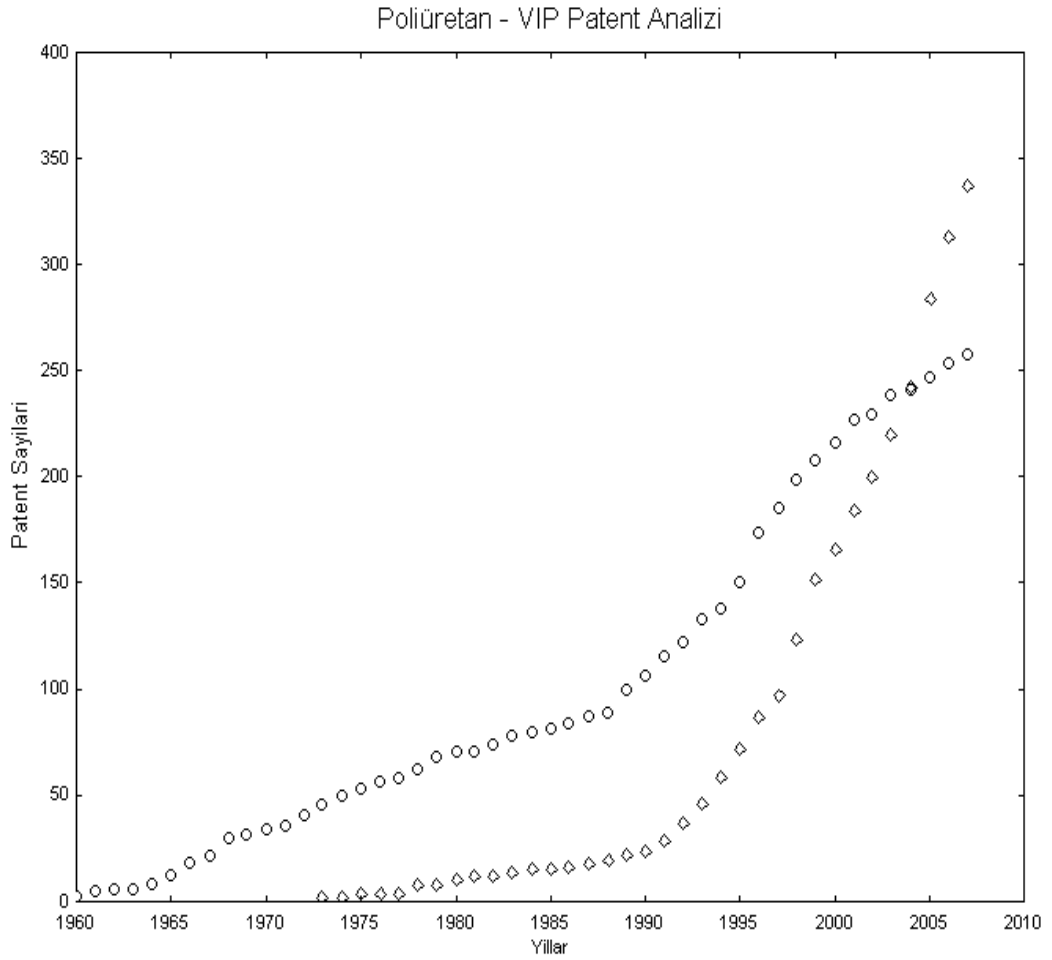
POLİÜRETAN teknolojisi büyüme eğrisi

Bükülme noktası	Doygunluk noktası
1991	2008

4.2.4 Poliüretan - VIP teknoloji değişim modeli (Fisher Pry)

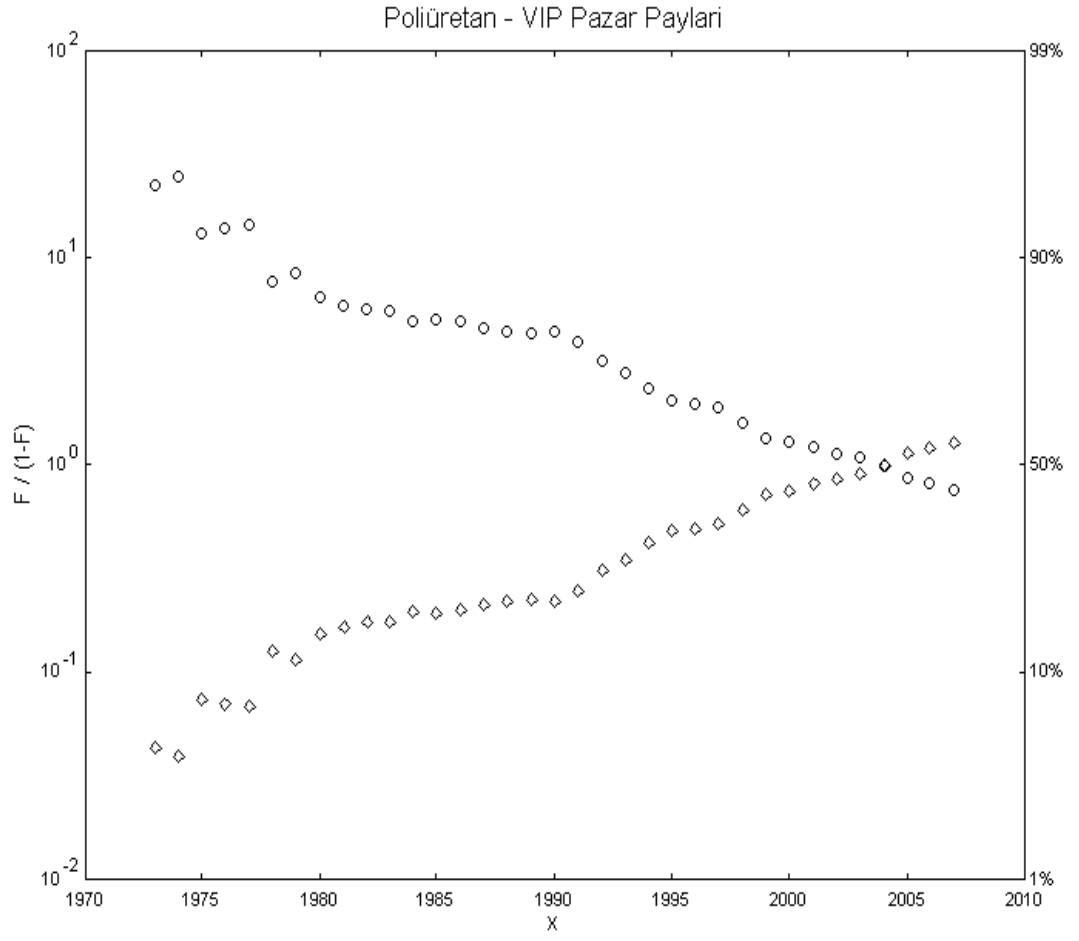
Yukarıda yaptığımız patent analizinden faydalanarak, VIP kullanımının Poliüretanın yerine geçişinin modelini yapalım. Fakat bu analizi yaparken, piyasada sadece poliüretan ve VIP kullanıldığı varsayılmalıdır. Bu varsayımdan hareketle pazar payları hesaplanır.

VIP ve Poliüretan için alınan patentler aşağıdadır.

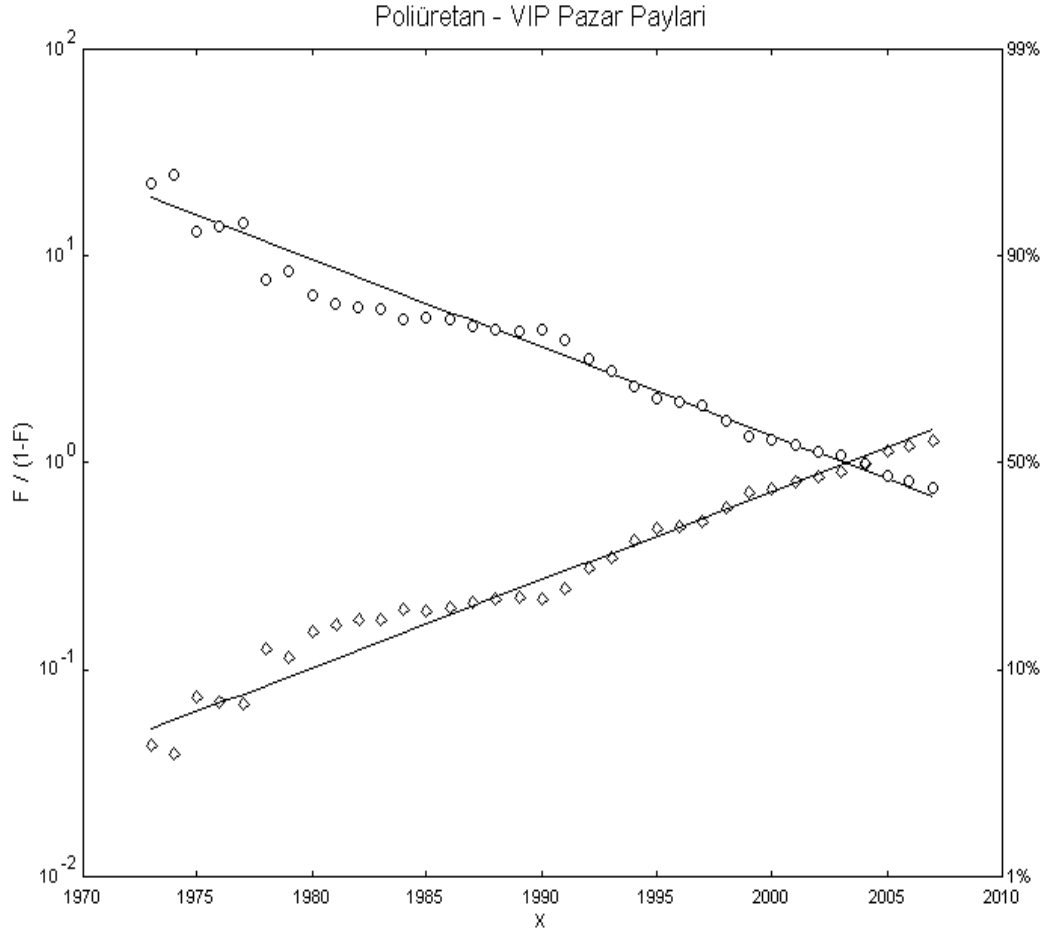


Şekil 4.10: VIP ve Poliüretan patent sayıları.

VIP ve Poliüretanın patent sayılarından hareketle elde edilen pazar payları aşağıdaki şekilde gibidir.

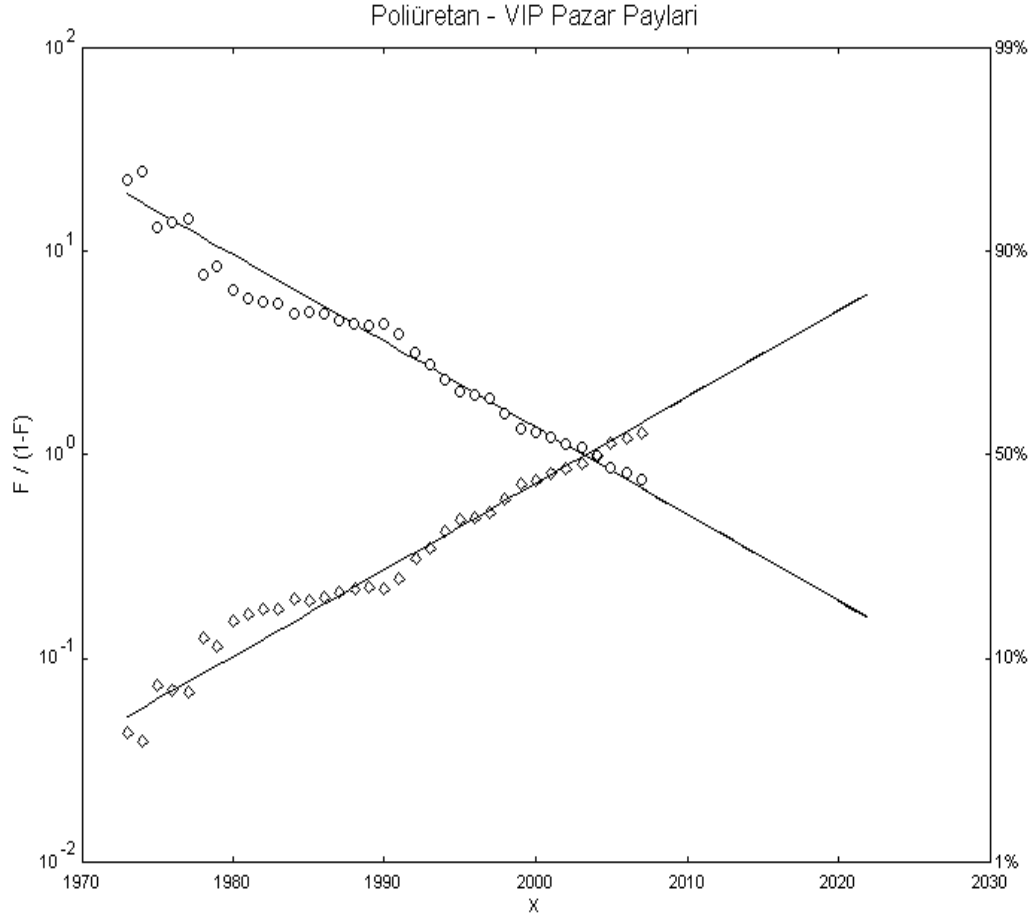


Şekil 4.11: VIP ve Poliüretan pazar payları.



Şekil 4.12: VIP ve Poliretan Fisher Pry eğrisi.

Yukarıdaki grafiği 2030 yılına kadar genişletirsek aşağıdaki gibi bir grafik karşımıza çıkacaktır.



Şekil 4.13: VIP ve Poliretan tahmini için genişletilmiş Fisher Pry eğrisi.

Elde ettiğimiz tüm bu sonuçlara göre, poliüretan yerini VIP ye bırakmaya başlamıştır. Alınan patentlere göre 2003 yılında iki ürünün de pazar payları eşitlenmiş, bu tarihten itibaren VIP pazarda daha çok kullanılmaya başlanmıştır. 2025 yılında poliüretanın pazar payı %10 lara kadar gerilerken, VIP ninki ise %90 lara kadar çıkacaktır.

4.3 Sonuç

Genel olarak bu çalışmanın sonucunda, uzun yıllardır kullanılmakta olan poliüretan malzemesinin artık kullanımının azaldığı ve yavaş yavaş piyasadan çekilmeye başladığı önümüzdeki yıllarda VIP ürünün daha fazla kullanılacağı sonucuna vardık.

Yaptığımız bu çalışmaya bakarak, Poliüretan teknolojisinin artık teknolojik limitlerine ulaştığı, VIP nin ise en fazla gelişme gösterdiği dönem içinde olduğunu görüyoruz. Poliüretan pazar payını VIP ye bırakmaya başlamış ve 2003 yılından itibaren VIP nin pazar payı poliüretanı geçmiştir. Bu nedenle Ar-Ge departmanları artık poliüretan

alışmaları zerine yatırım yapmamalı, buna ayırdıkları kaynakları daha fazla pazar payına sahip olan VIP teknolojisinin gelişimine aktarmalıdır. 2015 yılından sonra artık VIP için ayrılan kaynakları da azaltıp yeni teknolojilerin araştırılması için çalışmalara başlanmalıdır. Çünkü bu yıldan itibaren yeni bir teknoloji bulunup, bunun artık buzdolaplarında kullanılmaya başlanması için çalışmaların başlayacağı öngörülmektedir.

5. SONUÇLAR

Günümüzde teknolojinin her şekliyle hayatımızın her parçasında karşılaşmakta, yaşamımızı da teknolojiye göre yönlendirmekteyiz. Teknolojinin nimetlerinden elimizden geldiğince yararlanırken bazen de teknolojinin getirdiği zorluklarla karşılaşmaktayız. Eğer teknolojinin bize ulaşamadığımız veya beceremediğimiz alanlarda yardımcı olduğunu, yol gösterdiğini düşünüyorsak zorluklarına da katlanmamız gerekecektir. Aslında teknoloji bizi yönetmeden bizim teknolojiyi yönetmemiz uygulamamız gereken en mantıklı çözümdür.

Teknolojiyi yönetirken de öncelikle işe onu planlamaktan başlamamız gerekir. Hiç şüphesiz ki hayatımızın her alanında planlama çalışmaları yapmaktayız. Bu çalışmalar yaşamımızdaki en basit işlerden iş yaşamındaki karmaşık işlere kadar her konuda yapılabilir. Önemli olan planlama için elimizde doğru verilerin olması ve doğru bir yöntem kullanmaktır.

Firmalar arası rekabetin odak noktası haline geldiği ve istenen ürünlerin en iyi haliyle, istenen zamanda, istenen kalitede, istenen miktarda ve uygun fiyatta pazara çıkartılabilesine kaydığı günümüzün üretim dünyasında bu üstünlüğün sağlanması mevcut teknolojilerin en verimli şekilde kullanılabilmesi için gerçek bir teknolojik planlama ve tahmin becerisi ve sürecini gerekli olmaktadır. Böylece firmalar teknolojiye önem vererek çeşitli şekillerde planlama çalışmaları yapmaktadırlar. Zaten teknolojiye ve onun planlanmasına gerekli önemi veremedikleri takdirde günümüz rekabet koşullarına ayak uyduramayacak ve piyasadan çekilmek zorunda kalacaklardır. Bu nedendir ki her geçen gün firmalar teknolojik tahminin önemini daha iyi kavrayabilmekte ve bu doğrultuda çalışmalarına hız kazandırmaktadır. Sonuç olarak; teknolojinin egemen olduğu bu dünyada onu en iyi şekilde planlayan kendi geleceğini garanti altına almış olacaktır.

Teknolojik tahminin amacı, bir ülkenin, bir sektördeki üreticilerin ya da bir firmanın gelecek 10 yılda veya daha uzun dönem sonrasında meydana gelmesi beklenen teknolojik alanlardaki gelişmeleri takip etmek ve buna uygun stratejiler geliştirmektir.

Bir diğerk deyişle, teknolojik tahmin yaparak gelecekte ulaşılmac istenen hedeflere uygun olarak bugünden itibaren önlemler almaktır.

Teknolojik gelişmeyi önceden görmek, ihtiyaç duyulan personelin geliştirilmesine, ileri düzeyde planlamasına imkan tanır.

Teknoloji tahmin, teknolojik planlamanın başlangıç noktasıdır. Hem sahip olunan teknoloji hem de piyasadaki mevcut teknoloji planlama periyodu, tasarlanmaya ihtiyaç duyar. Gelecek nesil teknolojilere doğru önemli gelişmeler için planlama yapmakla, ürünler teknik anlamda ölümden, dolayısıyla işletme de başarısızlıktan kurtulmuş olacaktır.

Yaptığım çalışmada yukarıda anlatılan sebeplerden dolayı oldukça fazla şekilde kullanılan teknoloji tahmin modelleri incelendi. Öncelikle teknoloji, teknoloji tahmin modelleri detaylı bir şekilde anlatıldı. Daha sonra uygulama dahilinde buzdolaplarında kullanılan yalıtım malzemelerinin gelecek tahmini yapıldı. Buna göre gelecekte şu anda kullanılan malzemeler kullanılacak mı, kullanılacaksa ne kadar süre ile kullanılacak, yeni malzemeler ne zaman piyasaya girecek gibi sorulara cevaplar arandı. Buna göre elde ettiğimiz modellerin kullanım alanları şu şekilde birbirinden ayrıldı:

- Tahmini yapılacak teknoloji, henüz hiç kullanılmamış laboratuvar aşamasındaysa, şu anda ona çok yakın, benzer bir teknoloji kullanılmaktaysa, uygulanacak en uygun yöntem tarihi benzetim yöntemidir.
- Teknoloji hakkında bilgisi olan çok sayıda uzmana ulaşım kolaysa delphi yöntemi kullanılabilir.
- Teknoloji, kullanılmaya başlanmış bir teknolojiyse ve elde çok sayıda geçmiş veriler mevcutsa, ekstrapolasyon en uygun ve en somut sonuçları veren yöntemdir. Bu kapsamda büyüme eğrileri kullanılabilir.
- Teknolojinin gelişiminin eğilim bazlı bir gidişat göstereceği belirlenmiş, teknolojik limitini belirlemek mümkün değilse ve elimizde bu teknolojiye ait geçmiş az sayıda veri mevcutsa trend analizi kullanılabilir.

Literatür araştırmasında da görölmektedir ki teknoloji tahmin yöntemlerinden en çok kullanılan yöntem büyüme eğrileri yöntemidir. Bunun sebebi, o teknolojiye ait değişkenlerin belirlenip, her bir değişken için verileri inceleyerek, ayrı büyüme eğrileri oluşturarak, daha somut ve gerçekçi sonuçlara ulaşılabilmesidir.

Sonuç olarak, her firmanın bir gelecek hedefi vardır ve bu hedeflere ulaşabilmek için

her şirket planlar oluşturur. Bu planları en doğru şekilde oluşturabilmek, gelecekteki koşullara göre kendini konumlandırabilmek, daha başarılı olabilmek için geleceğini öngörmesi gerekmektedir. İşte bu sebeple teknoloji tahmini, özellikle teknoloji sektörü üzerine çalışan şirketlerde mutlaka yapılması gereken bir süreçtir. Teknolojik değişikliklerin baş döndürücü bir hızla gerçekleştiği günümüzde gerçek başarı teknolojiyi en iyi şekilde yönetip kullananların olacaktır. Dolayısıyla bunun gerçekleşmesi için de en başta teknolojik tahminin doğru bir şekilde yapılması gerekir.

5.1 Sonraki Çalışma

Bu çalışma kapsamında buzdolabı yalıtım malzemeleri için başka performans kriterleri bulunarak, herbiri için ayrı ayrı inceleme yapılabilir. Yapılan bu analizler sonucunda daha gerçekçi bir tahmin elde edilmesi olasıdır. Örneğin her bir yalıtım malzemesinin yalıtım katsayısı ve ömrü birer kriter olarak kullanılabilir. Ayrıca buzdolaplarında bu ürünlerin kullanılma oranları da aynı şekilde bu çalışma içinde incelenebilir. Maliyet, ürün performansı, üretim adedi gibi verilerde kullanılabilir. Sadece VIP maddesi için vakumun gaz geçirgenliğinin değerleri incelenip bu şekilde gelişiminin tahmini yapılabilir.

Ayrıca, yine buzdolabı yalıtım malzemesi olarak VIP den sonra gelmesi beklenen bir diğer teknoloji Aerogel'dir. Fakak aerogel ile ilgili bu çalışmayı yaptığımız sırada buzdolaplarında kullanımıyla ilgili alınan patent sayısı sadece altıdır. İlerleyen yıllarda bu teknoloji daha da gelişeceğinden, alınan patent sayıları fazlalaştığında aoregel için de Pearl eğrisi ile teknoloji tahmini yapılabilir.

KAYNAKLAR

- [1] **Pavitt, K.**, 1999. *Technology, Management and Systems of Innovation*, Edward Elgar Publishing Limited.
- [2] **Tidd, J., Bessant, J., Pavitt, K.**, 2005. *Managing Innovation*, John Wiley & Sons Ltd.
- [3] **Sezerel, B.**, 2005. *Organizasyonel Faktörlerin Yazılım Şirketlerinin Yenilikçilik Performansı Üzerine Etkisi*, Lisans Tezi, İstanbul.
- [4] **Mansfield, E.**, 1995. *Innovation, Technology and the Economy*, Edward Elgar Publishing Limited
- [5] **Chiesa, V.**, 2001. *R & D strategy and organization*. Milano, Italy: Imperial College Press.
- [6] **Thompson, J., L.**, 2001. *Strategic management*. London, UK: Thomson Learning.
- [7] **Huizenge, E., I.**, 2004. *Innovation Management in the ICT Sector*. Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing Limited.
- [8] **Martino, J., P.**, 1993. *Technological Forecasting for Decision Making*, 3rd ed. McGraw-Hill, America: New York.
- [9] **Butler, F., W.**, 1974. *Methods and Techniques of Business Forecasting*, Prentice-Hall, INC.
- [10] **Bright, J., R.**, 1968. *Technological Forecasting for Industry and Government*, Prentice-Hall, Inc.
- [11] **Aravantinos, E., Fallah, H., M.**, 2005. A Methodology to Improve the Mobile Diffusion Forecasting: the Case of Greece, *Stevens Institute of Technology*.
- [12] **Daim, T., U., Rueda, G., Martin, H. ve Pisek, G.**, 2006. Forecasting Emerging Technologies: Use of Bibliometrics and Patent Analysis, *Technological Forecasting & Social Change*, **73**, 981-1012.
- [13] **Yuan, B., J., C., Chen, J., K., C. ve Lin, L., W., C.**, 2006. Exploring the Market Development Trend and Technological Innovation of GPS.

- [14] **Url-1** <<http://www.accesstoenergy.com/view/atearchive/s76a4117.htm>>, alındığı tarih 05.10.2008.
- [15] **Shepard, J., D.**, 2000. A Structured Approach for Product Demand Forecasting, *Darnell Group, Inc.*
- [16] Five views of the Future, a Strategic Analysis Framework, *Tecnology Futures, Inc.*, TEK-FUTR[835-3887].
- [17] **Fisher, J., C. and Pry, R., H.**, 1971. "A Simple Substitution Model for Technological Change," Technological Forecasting and Social Change, Vol. 3, W c a n Else& Publishing Company, **IK.**). pp. **75-88**.
- [18] **Tynan, G., R.**, 2008. MAE 118B Lecture Notes: Logistics Model of Primary Energy Source Displacement; *MAE Department, UCSD*.
- [19] **Johnson, W., C., Bhatia, K.**, 1997. Technological Substitution in Mobile Communication, *Journal of Business and Indrustrial Marketing*, Vol. 12, No:6.
- [20] **Wilson, L.** , 2007. Education Publishing - A Wave of Change Sweeps Over The Industry, *Education Technology*.
- [21] **Url-2** <<http://www.arl.org>>, alındığı tarih 11.06.2008.
- [22] **Url-3** <<http://phe.rockefeller.edu/LogletLab/whitepaper/node20.html>>, alındığı tarih 15.03.2008.
- [23] **Küçükpınar, E., Soysal, A., Güçlü, H., Özkadı, F.**, 1999. The Analysis of the Effects of Polyurethane Foaming Process on the Performance of Vacuum Insulation Panels Filled with Various Inner Filler Materials”, *Arçelik A.S. Research & Technology Development Center Internal Report*, ARS-073.
- [24] **Soysal, A., Özkadı, F. ve Dinçer, A.**, 2003. Improvement of the Energy Efficiency Class of a Combi Type Refrigerator Using Vacuum Insulation Panels, *Arçelik A.S. Research &Technology Development Center Internal Report*, ARS-073.
- [25] **Soysal, A., ve Dinçer, A.**, 2002. B-480 Combi VIP Application, *Arçelik A.S. Research & Technology Development Center Internal Report*, ANN-368.
- [26] **Randall D., Lee S.**, 2002. *The Polyurethanes book*, John Wiley & Sons Ltd.
- [27] **Url-4** <<http://www.espacenet.com/index.en.htm>>, alındığı tarih 07.03.2008.
- [28] **Arçelik Ar-Ge Direktörlüğü**, 2007. *VIP Literatür Araştırması*, ANG 076.

ÖZGEÇMİŞ



Ad Soyad: Gizem Karakan

Doğum Yeri ve Tarihi: Rize, 08.02.1983

Adres: 19 Mayıs Mah. Şerife Bacı Sok. No:1 İrem Apt. D:22 Şişli-İstanbul

Lisans Üniversitesi: İstanbul Teknik Üniversitesi Matematik Mühendisliği

Yayın Listesi: Karakan G., Koç T., 2008: Teknoloji Tahmin Yöntemleri ve Beyaz Eşya Sektöründe Bir Uygulama. *Yöneylem Araştırması ve Endüstri Mühendisliği* 28. *Ulusal Kongresi*, Temmuz 2007, İstanbul, Türkiye