

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TEKNOLOJİ GELİŞİM ZARFI YÖNTEMİ UYGULAMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tuğba İŞYAPAR

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Endüstri Mühendisliği Programı

HAZİRAN 2013

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TEKNOLOJİ GELİŞİM ZARFI YÖNTEMİ UYGULAMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Tuğba İŞYAPAR
(507101120)**

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Endüstri Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Vehbi Tufan KOÇ

HAZİRAN 2013

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 507101120 numaralı Yüksek LisansÖğrencisi **Tuğba İŞYAPAR**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “**TEKNOLOJİ GELİŞİM ZARFI YÖNTEMİ UYGULAMASI**” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. Vehbi Tufan KOÇ**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Yrd. Doç. Dr. Umut ASAN**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Hür Bersam BOLAT
İstanbul Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi : **03 Mayıs 2013**
Savunma Tarihi : **05 Haziran 2013**

Sevgili anneme ve babama,

ÖNSÖZ

Teknoloji unsuru, şirketlerin sürdürülebilir büyümesi ve rekabetçiliği için vazgeçilmez bir unsur olmuştur. Teknoloji boyutunun stratejik planlamaya dahil olmasını sağlayan teknoloji yol haritası yöntemi, organizasyonlar tarafından benimsenmiş olup yaygın olarak kullanılmaktadır.

Teknoloji yol haritası literatürü incelendiğinde, yol haritası uygulayıcılarının en çok karşılaştıkları zorluğun, “teknoloji yol haritalarının canlı tutulması” olduğu görülmüştür. Bu zorluğu ortadan kaldırmak için geliştirilen Teknoloji Gelişim Zarfı yöntemi, teknoloji yol haritalarına esnek, güncellenebilir ve dinamik bir yapı kazandırmıştır. Yöntem literatürdeki diğer uygulamalardan farklı olarak sadece mevcut değil gelişmekte olan teknolojilerle ilgili öngörüm yapılabilmesine olanak tanımaktadır. Yine literatürdeki diğer uygulamalardan farklı olarak teknoloji geliştiricileri ve teknoloji uygulayıcılarının görüşlerinin alınmasına ve bu kişilerin yol haritalarının hazırlanmasında ortaklaşa çalışmalarına imkan tanımaktadır. Bütün bu üstün özellikleri doğrultusunda aydınlatma teknolojilerine yatırım kararının alınmasında temel oluşturması için bu yöntemin uygulanmasına karar verilmiştir.

Araştırma sürecim boyunca gösterdiği anlayış, destek ve rehberliği nedeniyle bitirme ödevi danışmanım ve hocam Prof. Dr. Tufan Vehbi Koç’a, Ford Otosan Gövde Üretim Müdürlüğü Planlama ve Endüstri Mühendisliği Ekip Lideri Alper Özçift’e, Master Black Belt Ayhan Özdoğan’a, Endüstri Mühendisi Hasan Gülkun’a, Bakım Mühendisi Caner Zebek’e ve benimle birlikte çalışan tüm diğer ekip arkadaşlarıma, BİDEB 2210 Yurtiçi Yüksek Lisans Burs Programı kapsamında projeye destek veren TÜBİTAK’a, benden sevgi ve desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen canım annem Şengül İşyapar’a, canım babam Şaban İşyapar’a ve sevgili nişanlım Muhammed Candemir’e ve kıymetli desteklerinden dolayı Seda Tatlı’ya teşekkür ederim.

Haziran 2013

Tuğba İŞYAPAR
Endüstri Mühendisi

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
ÖZET.....	xvii
SUMMARY	xix
1. GİRİŞ	1
1.1 Tezin Amacı	1
1.2 Literatür Araştırması	1
1.3 Hipotez	1
2. TEMEL KAVRAMLAR	3
2.1 Teknolojinin Tanımı.....	3
2.2 Teknoloji Yönetimi Tanımı.....	3
2.3 Teknoloji Planlama	5
2.3.1 Teknoloji stratejisi.....	5
2.3.2 Teknolojik öngörüm.....	5
2.3.3 Teknoloji ihtiyaç analizi.....	6
2.3.4 Teknoloji boşluk analizi.....	6
3. TEKNOLOJİ YOL HARİTASI	7
3.1 Giriş.....	7
3.2 Teknoloji Yol Haritalarının Genel Karakteristikleri	8
3.3 Teknoloji Yol Haritasına Hızlı Başlangıç	8
3.4 Teknoloji Yol Haritası Türleri.....	11
3.5 Başarılı ve Etkin Yol Haritasının Özellikleri	14
3.6 TYH Gelişimini Destekleyen Araçlar	15
3.7 Teknoloji Yol Haritasında Yaşanan Zorluklar ve Çözüm Önerileri	16
3.7.1 Yazılım desteği	17
3.7.2 TYH özelleştirme yöntemi	17
3.7.3 TYH sürecindeki kilit kişilerin TYH dinamikleri ile eşleşmesi	19
3.7.4 TYH canlı tutabilme yöntemleri	21
4. TEKNOLOJİ GELİŞİM ZARFI	23
4.1 Giriş.....	23
4.2 Teknoloji Yol Haritası Yönteminin Gelişime Açık Yönleri	24
4.3 Teknoloji Gelişim Zarfı Yapısı ve Organizasyonu	25
4.4 Teknoloji Gelişim Zarfı Süreci Aşamaları	27
4.5 Teknoloji Gelişim Zarfı Yönteminin Avantajları.....	31
4.6 Literatürdeki Örnek Uygulamalar	32
4.6.1 Gelecek güç aktarma organları TGZ uygulaması	32
4.6.2 Elektronik soğutma teknolojileri TGZ uygulaması	37
4.6.3 Hizmet sektörü TGZ uygulaması	41

4.6.4Değer güdümlü teknoloji yol haritası uygulaması	42
5. TEKNOLOJİ GELİŞİM ZARFI UYGULAMASI	45
5.1 Uygulama Yapılan Bölüm Tanıtımı	45
5.2 Uygulama Ekibinin Oluşturulması	46
5.3 Uygulama Süreci	46
5.3.1Teknoloji öngörümü	46
5.3.1.1 Teknoloji alternatifleri.....	47
5.3.2Teknoloji karakterizasyonu	48
5.3.3Teknoloji Değerleme.....	48
5.3.4Hiyerarşik Modelleme.....	48
5.3.5Teknoloji Değerleme.....	66
5.3.6TGZ nin oluşturulması	69
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	71
KAYNAKLAR.....	75
ÖZGEÇMİŞ	79

KISALTMALAR

AR&GE	: Araştırma-Geliştirme
TGZ	: Teknoloji Gelişim Zarfı
TDE	: Technology Development Envelope
FÜS	: Ford Üretim Sistemi
UP	: Uzman Grubu
AHP	: Analitik Hiyerarşı Prosesi
AAP	: Analitik Ağ Prosesi
LED	: Led Emitting Diode
OLED	: Organic Led Emitting Diode
TYH	: Teknoloji Yol Haritası
TRM	:Technology Roadmap
GZFT	: Güçlü Zayıf Yönler-Fırsatlar-Tehditler
CFL	: Kompakt Floresan Lamba
CR	: Tutarlılık Oranı

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 4.1 : Araştırma amacına ulaşmak için her bir adımın özetlenmesi.....	27
Çizelge 4.2 : Güç aktarma organları teknoloji değerlendirme örneği.	34
Çizelge 4.3 : 2009-2015 için tahmin edilen metrikler ve çekicilik değerleri.	36
Çizelge 4.4 : Her bir zaman periyodu için bütün teknolojilerin teknoloji değerleri.	36
Çizelge 4.5 : Teknolojik faydaları maksimize etmek için TGZ yolları.....	37
Çizelge 4.6 : Hiyerarşik yapı	39
Çizelge 5.1 : Teknoloji listesi.	46
Çizelge 5.2 : Teknoloji faktörleri ve açıklamaları.	49
Çizelge 5.3 : 5 puanlı ölçek açıklamaları.....	50
Çizelge 5.4 : Teknoloji Gelişim Zarfı Anketi.	51
Çizelge 5.5 : Mevcut durum teknoloji değerlendirme.	51
Çizelge 5.6 : 2013-2020 teknoloji değerlendirme.	52
Çizelge 5.7 : 2020-2030 teknoloji değerlendirme.	52
Çizelge 5.8 : AHP değerlendirme ölçeği.	53
Çizelge 5.9 : Teknoloji uygulayıcıları anketi.	54
Çizelge 5.10 : Mevcut Durum Tahmin Özeti.	63
Çizelge 5.11 : 2013-2020 Tahmin Özeti	64
Çizelge 5.12 : 2020-2030 Tahmin Özeti.	65
Çizelge 5.13 : T1 teknoloji değerleri.	66
Çizelge 5.14 : T2 teknoloji değerleri.	66
Çizelge 5.15 : T3 teknoloji değerleri.	67
Çizelge 5.16 : T4 teknoloji değerleri.	67
Çizelge 5.17 : T5 teknoloji değerleri.	68
Çizelge 5.18 : T6 teknoloji değerleri.	68
Çizelge 5.19 : T7 teknoloji değerleri.	69

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1: Gregory - teknoloji yönetim süreci modeli.	4
Şekil 3.1 : Hızlı başlangıç süreci.	9
Şekil 3.2 : Yol haritaları ticari ve teknik bilgiyi entegre etmektedir.	11
Şekil 3.3 : Kullanım amacına göre yol haritası türleri.	12
Şekil 3.4 : Genel yol haritası (EIRMA, 1997).	13
Şekil 3.5 : Bıçime göre yol haritası türleri.	14
Şekil 4.1 : TGZ yapısı (TGZ ve yol haritası arasındaki ilişkiyi göstermektedir).	26
Şekil 4.2: Etkinlik ölçümlerinin göreceli etkisini belirlemek için hiyerarşik model.	29
Şekil 4.3 : Teknoloji gelişiminin çeşitli yollarını gösteren TGZ diyagramı.	31
Şekil 4.4 : Teknolojilerin değerlendirilmesi için geliştirilmiş hiyerarşik model.	35
Şekil 4.5 : Çekicilik eğrileri.	35
Şekil 4.6. : Ford Otosan için TGZ.	37
Şekil 4.7 : Çekicilik eğrileri.	40
Şekil 4.8 : TGZ şeması	40
Şekil 4.9 : Güvenlik teknolojileri TGZ.	43
Şekil 5.1 : Superdecisions uygulama modeli.	55
Şekil 5.2 : Amaca göre kriterlerin ikili karşılaştırma sonuçları.	56
Şekil 5.3 : Amaca göre maliyet metriği kriterinin teknolojik faktörlerinin ikili karşılaştırma sonuçları.	56
Şekil 5.4 : Amaca göre performans kriterinin teknolojik faktörlerinin ikili karşılaştırma sonuçları.	56
Şekil 5.5 : Amaca göre servis ve bakım kriterinin teknolojik faktörlerinin ikili karşılaştırma sonuçları.	57
Şekil 5.6 : Amaca göre sistem tasarımı kriterinin teknolojik faktörlerinin ikili karşılaştırma sonuçları.	57
Şekil 5.7 : Amaca göre çevresel etki kriterinin teknolojik faktörlerinin ikili karşılaştırma sonuçları.	57
Şekil 5.8 : Çevresel etkinliği göre maliyet etkinliği kriterinin ikili karşılaştırma sonuçları.	58
Şekil 5.9 : Teknolojik karmaşıklığa göre servis ve bakım kriterinin teknolojik faktörlerinin ikili karşılaştırma sonuçları.	58
Şekil 5.10 : Kurulu güce göre yıllık CO2 salınımı ve yıllık enerji tüketimi teknolojik faktörlerinin ikili karşılaştırma sonuçları.	58
Şekil 5.11 : Yıllık enerji tüketimine göre maliyet etkinliği kriterinin teknolojik faktörlerinin ikili karşılaştırma sonuçları.	59
Şekil 5.12 : Limit süpermatris hesabına göre kriterlerin öncelikleri.	59
Şekil 5.13 : Limit süpermatris hesabına göre teknolojik faktörlerin öncelikleri.	60
Şekil 5.14: Teknolojik Faktörlerin Çekicilik Eğrileri-1.	61
Şekil 5.15 : Teknolojik Faktörlerin Çekicilik Eğrileri-2.	62
Şekil 5.16 : Teknoloji Gelişim Zarfı.	69

TEKNOLOJİ GELİŞİM ZARFI YÖNTEMİ UYGULAMASI

ÖZET

Teknoloji, organizasyonlar için sürdürülebilir rekabetçiliğin ve büyümenin sağlanmasında en önemli faktörlerden birisidir. Çoğu yönetici, şirketlerine ve çalıştıkları endüstriyel ağa getirdikleri değer ve rekabetçi avantaj nedeniyle teknolojilerin stratejik önemlerinin farkındadır. Bu konular, teknoloji değişiminin kompleksitesi, maliyeti ve oranı arttıkça ve rekabet ile teknoloji kaynakları globalleştikçe daha da kritik hale gelmiştir. Bu doğrultuda doğru teknolojinin seçimi, gelişmekte olan ve bozucu olarak belirlenen teknolojilerin ve bu teknolojilerin ortaya çıkış zamanlarının belirlenmesi, bütün bu bilgilerin görselleştirilmesi ve organizasyon genelinde paylaşımının sağlanması fonksiyonlarını yerine getiren teknoloji yol haritası konsepti, organizasyonlar tarafından benimsenmeye ve yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır.

Teknoloji yol haritası literatürüne bakıldığında bu metodolojinin geliştirilmesinde en çok ihtiyaç duyulan konunun yol haritasının canlı tutulması olduğu görülmektedir. Teknoloji yol haritaları durumsal bir yapıya sahiptir; yeni bir durum meydana geldiğinde yeniden hazırlanması gerekmektedir.

Teknoloji yol haritalarının hazırlanmasında teknoloji geliştirilerinin ve teknoloji uygulayıcılarının görüşlerini birleştiren ve gelişmekte olan teknolojilerin de dahil edildiği sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır.

Teknoloji yol haritalarına esneklik, güncellenebilme ve dinamiklik özellikleri kazandırmak, gelişmekte olan teknolojilerin planlama çalışmalarına dahil edilmesini sağlamak, teknoloji geliştiricilerinin ve teknoloji uygulayıcılarının birlikte süreci yönlendirmek amaçları doğrultusunda Teknoloji Gelişim Zarfı yöntemi geliştirilmiştir.

Yöntem altı adımdan oluşmaktadır: teknoloji öngörümü, teknoloji karakterizasyonu, teknoloji değerlendirme, hiyerarşik modelleme, teknolojilerin değerlendirilmesi ve teknoloji gelişim zarfının oluşturulması. Teknoloji öngörümü aşamasında, yeni teknolojilerin trendinin tanımlanması için Delphi'nin kullanılmasıyla bir öngörüm modelinin geliştirilmektedir. Teknoloji karakterizasyonu aşamasında bir şirketin amacını tatmin eden kriterler ve teknolojik faktörlerin tanımlanmaktadır. Teknoloji değerlendirme aşamasında etkinlik ölçümlerine dayanarak yeni teknolojilerin değerlendirilmektedir. Sonra kriterlerin göreceli önemini, her bir kriter altında faktörlerin göreceli önemini ve her bir faktör üzerinde etkinlik ölçümlerinin göreceli çekiciliğini kararlaştırmak için bir hiyerarşik modelin geliştirilmektedir. Şirketin amacı üzerinde yeni teknolojilerin mutlak yarı değer etkisinin değerlendirilmektedir. Son adımda her bir zaman aralığında en ileri teknoloji değerine sahip teknolojilerin birleştirilmesi ile TGZ oluşturulmaktadır.

Bu yöntemin uygulaması bir üretim biriminde gerçekleştirilmiştir. Organizasyon en temel metriklerinden biri olan enerji tüketiminin %35-%40 ını aydınlatma sistemlerinin harcamalarının oluşturduğu belirlenmiştir.

Yatırım kararının verileceği aydınlatma teknolojisinin seçimi için her bir zaman aralığındaki en yüksek değere sahip teknolojilerin birleştirilmesi ile aydınlatma teknolojileri için Teknoloji Gelişim Zarfı elde edilmiştir. Elde edilen TGZ doğrultusunda şu anda metal halojenür aydınlatma teknolojisi yerine LED aydınlatma teknolojisine yatırım yapılması kararlaştırılmıştır.

Metodolojinin uygulanması ile elde edilen sonuçlar, Teknoloji Gelişim Zarfı yönteminin, teknoloji geliştiricileri ve teknoloji uygulayıcılarının görüşlerini dikkate alarak mevcut ve gelişmekte olan teknolojilerin gelecek özelliklerinin belirlenmesi, teknolojinin stratejik planlamaya dahil edilmesi ve teknoloji yol haritalarınaesneklik, güncellenebilme ve dinamiklik özelliklerinin kazandırılması için uygun bir yöntem olduğunu göstermiştir.

TECHNOLOGY DEVELOPMENT ENVELOPE IMPLEMENTATION

SUMMARY

Technology is one of the most important factors in ensuring sustainable competitiveness and growth for organizations. Most managers are aware of strategic importance of technologies which bring value and competitive advantage to companies and industrial network. These issues have become more critical as complexity, cost and rate of technological change increases and technology resources globalized.

Technology roadmap, which has correct technology selection, emerging and disruptive technology identification, determination of emergence of these technologies, visualization and communication of all of this information functions, has been used and adopted widely by organizations.

Technology roadmap usage was started by Motorola. Afterwards other consumer electronics companies started to use this method when they realized its advantages. Today technology roadmaps are used industry wide.

Technology roadmaps combine technology, product, market perspectives in a company. Therefore they support business strategies and planning. Roadmaps include a graphical structure which shows time dimension of developments.

Management commitment is the indispensable part of roadmap process. Roadmaps provide effective communication throughout the company. Also they bring with company culture which supports collaboration and solidarity.

Implementation of technology roadmap approach causes significant challenges for companies. Keeping roadmap alive constantly, initiating technology roadmap process, developing a strong technology roadmap preparation process, a wide range of technology roadmap forms, lack of commercial software that will be used for creating, storing and upgrading roadmaps, resistance against usage of roadmaps and uncertainty of the organizational structure in the process of technology roadmap are some of these challenges.

In order to initiate technology roadmap process, fast start T-plan process had been developed. This approach focuses on how to initiate technology roadmap process economically and as fast as possible. Standard T-plan composed of four workshops. In first three workshops, technology, market and product dimensions are investigated. At last stage, time based scheme is created which shows these dimensions.

There is a wide range of technology roadmap forms. Technology roadmaps can be modified in order to fulfill company's requirements. Some guidelines have been developed and published for specialized purposes.

In past, technology roadmaps were written on papers. Storage and upgrading of technology roadmaps had become a problem for companies. In order to solve this

problem, some software packages were offered for commercial usage. Companies present specialized software packages according to requirements.

In order to reduce resistance against technology roadmap usage, organizational structure for implementing roadmap process has been established. Roles and responsibilities are distributed between all levels in a company. Management commitment is also supported by this organizational structure.

Looking at the literature on technology roadmap, “keeping roadmaps alive” is the subject whose development is much-needed. Technology roadmaps have a situational structure; if a new situation occurs, it should be prepared again.

Limited number of studies, which incorporate views of technology developers and technology practitioners and include emerging technologies in technology roadmap construction, are available.

Technology Development Envelope has been developed in order to give flexibility, upgradability and dynamics characteristics to technology roadmaps, to include emerging technologies in technology planning studies and to lead the process together with technology developers and technology practitioners.

Method consists of six steps; technology forecast, technology characterization, technology assessment, hierarchical modelling, technology evaluation and construction of technology development envelope.

TDE organizational structure consists of two expert panels. First expert panel includes technology developers in the industry and academy. Their main responsibilities are technology forecasting and defining new technology list. Second expert panel includes technology implementers. Their main responsibilities are construction of hierarchical model and binary comparison of levels of this model.

In technology forecast step, a forecast model is developed by Delphi technique in order to identify technology trend.

In technology characterization step, criteria and technological factors, which satisfy company's goal, are identified.

In technology assessment step, emerging technologies are assessed according to efficiency measures.

Afterwards in order to determine relative importance of criteria, technological factors and to identify desirability values, a hierarchical model is developed. Semi absolute values of emerging technologies according to company's goal are determined.

And finally, by combining the technologies which have highest technology value in each time interval, Technology Development Envelope is constructed.

This model has been implemented in a manufacturing department. This department includes four production lines. It has 80000 square meter inner space. In this company, just in time production system is implemented. Management by targets principle is adopted. Therefore every year tight targets are given to achieve by company management.

Illumination system constitutes %35-%40 of total energy consumption, which is one of the main metrics of organization. In order to reduce energy consumption due to illumination system, it was decided to invest in illumination system.

In order to choose illumination technology to invest in and to gain technological competitiveness, Technology Development Envelope is chosen to be applied.

Expert panel 1 included four illumination technology developers. Expert panel 2 included seven maintenance engineers who will construct new illumination system in the department.

Gaining and sustaining technological competitiveness in illumination system was the aim of the model. Analytic network process was used to construct the hierarchical model. For construction and calculation of the model, Superdecisions software was used.

Five criteria and 16 technological factors were determined for the model. Seven technologies are assessed between periods which are current, 2013-2020 and 2020-2030.

According to TDE model, management has decided to invest in LED technology instead of metal halide technology which is currently established in the production area. By 2020, OLED should be preferred to sustain technological competitiveness according to TDE.

Outcomes of implementation of TDE methodology has showed that TDE is the appropriate method to take account of views of technology developers and practitioners, to identify future features of current and emerging technologies and to give flexibility, upgradability and dynamics characteristics to technology roadmaps.

1. GİRİŞ

1.1 Tezin Amacı

Bu çalışmanın amacı, teknoloji, teknoloji yönetimi ve teknoloji planlama tanımlarının açıklanması, organizasyonların teknolojik rekabet kazanmak için uyguladıkları teknoloji yol haritası sürecinin açıklanması, teknoloji yol haritası yöntemine esneklik, güncellenebilme ve dinamiklik özelliklerini kazandıran teknoloji gelişim zarfı uygulaması hakkında bilgi verilmesi ve bu yöntemin etkinliğinin yapılan bir uygulama ile gösterilmesi sonucunda sonuçlara ve önerilere ulaşılmasıdır.

1.2 Literatür Araştırması

Çalışmaya teknolojinin tanımı yapılarak başlanmıştır. Teknoloji yönetimi ve teknoloji planlama süreçleri açıklanmıştır. Teknoloji yol haritası hakkında bilgilendirme yapılmıştır. Literatürde teknoloji yol haritası ile ilgili en önemli zorluk olarak belirtilen “teknoloji yol haritasının canlı tutulması” problemi için geliştirilen Teknoloji Gelişim Zarfı metodolojisi açıklanmıştır. Son olarak Teknoloji Gelişim Zarfı metodolojisi üzerine yapılan uygulama ile ilgili sonuç ve öneriler sunulmuştur.

1.3 Hipotez

Teknoloji Gelişim Zarfı yöntemi, teknoloji geliştiricileri ve teknoloji uygulayıcılarının görüşlerini dikkate alarak mevcut ve gelişmekte olan teknolojilerin gelecek özelliklerinin belirlenmesi, teknolojinin stratejik planlamaya dahil edilmesi ve teknoloji yol haritalarına esneklik, güncellenebilme ve dinamiklik özelliklerinin kazandırılması için uygun bir yöntemdir.

2. TEMEL KAVRAMLAR

2.1 Teknolojinin Tanımı

Teknoloji, pratik görevlere bilimsel ya da diğer düzenli bilginin sistematik uygulamasıdır (Braun, 1998).

Bruton ve White (2007) a göre teknoloji; insan çabasına yardımcı olmak için bireyler ve organizasyonlar tarafından öğrenmenin ve bilginin pratik uygulamasıdır. Yani teknoloji, ürünlerin yaratılmasında ya da hizmetlerin tedarikinde kullanılan bilgi, ürünler, süreçler, araçlar ya da sistemlerdir.

Abetti (1989) teknolojiyi; ürünlerin, sistemlerin ve servislerin tasarlanması, geliştirilmesi, üretilmesi ve uygulanması için kullanılabilecek, bilim ve deneyimden kaynaklanan bilgi birikimi, teknikler ve araçlar bütünü olarak tarif etmektedir.

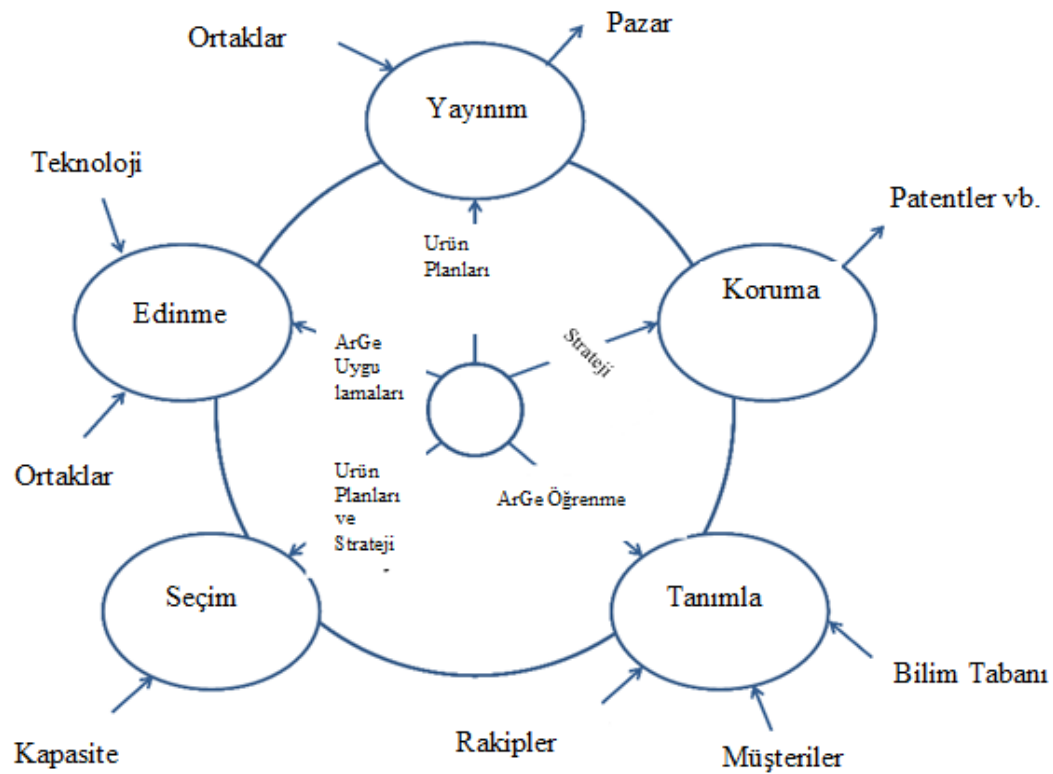
Teknolojinin tanımı şu şekilde özetlenebilir: araştırma ve geliştirmeye dayalı bir süreç olan teknoloji, ürün ve servis geliştirmek için kullanılan teorik, pratik bilgi, beceri ve yetkinliklerin bütünüdür.

2.2 Teknoloji Yönetimi Tanımı

Avrupa Teknoloji Yönetimi Enstitüsüne göre Teknoloji Yönetimi, şirketin hedefleriyle uyumlu bir şekilde pazarda bir yer edinmesi ve performans sergileyebilmesi için teknolojilerin etkin bir şekilde belirlenmesi, seçimi, edinimi, geliştirmesi, kullanması ve korunmasını ürün, süreç ve yapısal boyutta hedefler.

Gregory (1995), teknoloji yönetimi için beş genel süreç içeren bir sistem tasarlamıştır. İlk olarak firmalar için önemli olan teknolojiler tanımlanır. Bu aşamada tarama, izleme, kıyaslama ve veri toplama, örnek süreçlerdir. Organizasyonda kullanılması gereken teknolojilerin seçimi gerçekleştirilir. Bu aşamada tahmin etme, portföy analizi, senaryo analizi, örnek süreçlerdir. Sonrasında seçilen teknolojiler edinilir. Bu aşamada teknoloji transferi, araştırma ve geliştirme, kurumsal birleşmeler, örnek süreçlerdir. Karı arttırmak ya da diğer faydalar için

teknolojilerin kullanımı başlatılır. Bu aşamada lisanslama, yeni ürün geliştirme, artan gelişmeler, süreç iyileştirme, tedarik zinciri yönetimi, örnek süreçlerdir. Son olarak ürünlerde ve üretim sistemlerinde gömülü bilginin ve uzmanlığın korunması gerçekleştirilir. Patentleme, risk değerlendirme, güvenlik yönetimi, personeli tutma, örnek süreçlerdir. Şekil 2.1 de teknoloji yönetimi süreçleri arasındaki bağlantı gösterilmektedir



Şekil 2.1: Gregory - teknoloji yönetim süreci modeli.

Phall ve diğ. (2001), teknoloji yönetimi, pazara ürün ve hizmet akışını sürdürmek için gerekli olan teknolojilerin belirlenmesi, seçimi, edinilmesi, geliştirilmesi, işletilmesi ve korunması için aşamalar sunmaktadır. Teknolojik konuların iş karar verme sürecine entegrasyonunun bütün yönleri ile uğraşmakta ve strateji geliştirme, inovasyon ve yeni ürün geliştirilmesi ve süreç yönetimi gibi birçok iş süreçleri ile doğrudan ilişkilidir. Sağlıklı teknoloji yönetimi, firmadaki ticari ve teknolojik bakış açıları arasındaki uygun bilgi akışının kurulmasını gerektirmektedir. Bu bilgi akışlarının doğası, iş amaçları, pazar dinamikleri, organizasyonel kültür gibi iç ve dış konseptlere bağlıdır.

2.3 Teknoloji Planlama

Teknoloji planlama en basit anlamıyla şirketlerin sahip olacağı yetkinliklerin ve düzeylerinin zaman içerisindeki gelişiminin planlanmasıdır. Teknolojinin planlanması, hangi teknolojilere hangi zaman diliminde yatırım yapılacağına belirlenmesi ve seçimini içerir. Bu seçim sürecindeki riskleri azaltabilmek için bazı kritik noktalara dikkat etmek ve uygun araçları kullanabilmek gereklidir.

Teknoloji stratejilerinin belirlenmesi, teknoloji izleme ve öngörümü (kritik çevre teknolojilerin belirlenmesi, gelecekte bir tehdit ya da fırsat içerip içermediğinin değerlendirilmesi), teknoloji ihtiyaç analizinin yapılması (şirket ve teknoloji stratejilerinden tetiklenerek hangi alana yatırım gerekliliğinin seçiminin yapılması), teknoloji boşluk analizinin yapılması (iç yetkinliklerin ölçümü ve sonrasında, oluşturulan hedefler arasındaki farkların ortaya konulması), teknoloji planlama sürecinde çalışılması gereken ana başlıklar ve çıktılar olarak belirlenmiştir.

2.3.1 Teknoloji stratejisi

Teknoloji stratejilerinin, iş stratejilerine uygun olması ve entegre edilmesi gerekmektedir.

Hall ve Nauda' ya (1991) göre stratejinin formülasyonu, şirketin belirlenmiş konumundan başlamaktadır. Şirket konumunun değerlendirilmesinde ilk olarak şirketin değerlendirilir. Bu adım, şirketin doğasının, teknolojilerinin, ürünlerinin ve hizmetlerinin güçlü ve zayıf yönlerinin ve kapasitesinin operasyonel bir değerlendirmesidir. Sonrasında teknolojik çevre değerlendirilir. Şirketin güncel olarak kullandığı ya da geliştirdiği teknolojilerle ilgili konumunun denetiminin ilk adımıdır. Bir sonraki adım, dış teknolojik gelişmelerin şirketin faaliyetlerini nasıl etkilediğinin öngörülmesidir. Şirket rakipleriyle karşılaştırılır. Değerlendirme karşılaştırmayı gerektirmektedir. Şirket performansını faaliyet gösterdiği alandaki ortalama ya da en iyi performansa göre ayarlamak zorundadır.

2.3.2 Teknolojik öngörüm

Teknolojik öngörüm, gelecek teknolojilerde yapılabilir ya da istenen parametrelerin tahmin ve kestirimi için kullanılan bir araçtır.

Teknolojik öngörüm, kendilerine teknolojinin kullanımı ile avantaj sağlamaya çalışan firmaların “sistematiik” olarak teknolojileri izlemesini ve değerlendirmesini

sağlar. Teknoloji ile ilgili kararların verilmesi sırasında herkes tarafından kabul gören veriler ve yöntemlerin kullanılması, uzlaşmanın sağlanması yönünde avantaj sağlayarak, sürecin kalitesini yükseltir. En çok kullanılan öngörüm teknikleri; Delphi, ilerleme eğrileri (Growth Curve), ekstrapolasyon, göstergeler, sebepsel modeller ve olasılık metodlarıdır.

2.3.3 Teknoloji ihtiyaç analizi

Teknoloji stratejilerinin belirlenmesinden sonra sıra mevcut durumu ve boşlukları gösteren teknoloji ihtiyaç analizinin yapılmasına gelmektedir. Teknoloji ihtiyaç analizi, şirketin teknolojik yetkinliğinin belirlenmesi olan teknolojik yetenek değerlendirilmesi ve değişen teknolojik eğilimlerin belirlenmesini (teknoloji değerlendirme, teknoloji öngörümü gibi) içermektedir. Sağlıklı bir ihtiyaç analizi; şirketin teknoloji yetkinliğinin belirlenmesi -mevcut durumunun belirlenmesi ve değişen pazar şartları ve teknoloji trendleri ışığında sahip olunması gereken teknolojik ihtiyaçlarının belirlenmesi ile yapılabilir.

2.3.4 Teknoloji boşluk analizi

Kritik teknolojilerde şirketlerin kendi teknoloji envanterini oluşturmaları ve periyodik olarak gözden geçirmeleri hedeflere ulaşılacak yolların belirlenmesinde çıkış noktasını oluşturmaktadır. Hedeflenen nokta ile iç bilgi birikimi arasındaki fark (gap analizi sonucu) ne kadar fazla ise, ayrılacak kaynakların da bir o kadar çok olması ve bunu gerçekleştirebilecek sürenin uzun olmasını gerektirir.

3. TEKNOLOJİ YOL HARİTASI

3.1 Giriş

Phall ve diğ.göre (2004), teknoloji yol haritası, özellikle teknolojik kaynaklar, organizasyonel hedefler ve değişen çevre arasındaki dinamik bağlantıların araştırılması ve iletişiminin sağlanmasında teknoloji yönetimi ve planlamasının desteklenmesi için güçlü bir teknik sunmaktadır.

Phall ve diğ.göre (2001), yolharitası, teknolojilerin, pazarların ve ürünlerin gelişimini sağlamaktadır. Teknoloji yol haritaları, iş, ürün ve teknoloji stratejilerinin geliştirilmesi ve uygulanmasını desteklemekte ve şirketlere bilgi, süreç ve araçlar sağlamaktadır.

Teknoloji yol haritası, stratejik ve uzun dönemli planlamayı desteklemek için endüstride yaygın olarak kullanılan esnek bir tekniktir. Yol haritalama tekniği, çevrenin taranması için bir odak noktası oluşturarak ve potansiyel bozucu teknolojiler dahil olmak üzere tüm teknolojilerin performanslarını izleme aracı olarak şirketlerin çalkantılı çevre koşullarında ayakta kalmalarına yardımcı olmaktadır. Genellikle kapsamları birçok kompleks kavramsal ve insan etkileşimleri kapsayacak şekilde genişir (Phall ve diğ., 2004).

Teknoloji yol haritası ilk olarak Motorola tarafından geliştirilmiş olup yaklaşım sonrasında tüketici elektroniği sektöründeki Philips gibi diğer firmalara yayılmıştır (Probert ve diğ., 2003). Motorola, ürün geliştirme gücünü arttırmak için teknoloji yol haritasını uygulamıştır. Teknoloji yol haritalarının geliştirilmesi ve uygulanması açısından enuman şirketler arasında kalmaya devam etmektedir. Orijinal Motorola yol haritaları kağıt formatında oluşturulmuş; sonrasında elektronik hale getirilmiştir; şimdi de internet üzerinden erişilebilmekte ve güncellenebilmektedir (Guo, 2010).

Teknoloji yol haritası 1970 yıllarına ortaya çıkmıştır. Bucher (2003), teknoloji yol haritasının iki jenerasyon boyunca geliştirildiğini ve şu anda üçüncü jenerasyonun ortaya çıktığını belirtmiştir. İlk jenerasyon (1970 lerden 1980li yılların ortasına kadar): açık ve doğru teknoloji öngörümünü hedefleyen metodolojileri içermektedir.

İkinci jenerasyon (1980 li yılların ortasından 1990 yılların sonuna kadar): stratejik teknoloji planlama kararlarını geliştirmeyi hedefleyen metodolojileri içermektedir. Üçüncü jenerasyon (1990 yıllarının sonlarından günümüze kadar): entegre teknoloji yönetimi faaliyetlerinin oluşturulmasını hedefleyen metodolojileri içermektedir.

Guo'ya göre (2010) Sadece birkaç firma üçüncü jenerasyon yaklaşımını uygulayabilmektedir.

3.2 Teknoloji Yol Haritalarının Genel Karakteristikleri

Phall ve diğ. (2004), teknoloji yol haritalarının genel karakteristiklerini tanımlamıştır. Genel yol haritalama yaklaşımının iş stratejilerinin ve planlamanın desteklenmesinde yüksek potansiyeli bulunmaktadır.

Süreç farklı bölümlerdeki insanları bir araya getirmekte, bilgi ve perspektiflerin paylaşımı için bir fırsat sunmakta ve problemlerin, fırsatların ve yeni fikirlerin bütünsel olarak göz önünde tutulabilmesi için bir araç sağlamaktadır.

Yol haritasının grafiksel biçimi güçlü bir iletişim aracıdır ancak bilgiyi sentezlenmiş hali ile sunmaktadır. Bu nedenle yol haritasının uygun dökümantasyon ile desteklenmesi gerekmektedir.

Yol haritaları açık bir şekilde zaman boyutunu göstermektedir. Bu durum teknolojik, ürün, hizmet, iş ve pazar gelişimlerin etkin bir şekilde senkronize edilmesini sağlamakta ve teknolojik ve iş çevrelerinin değişen doğalarını yansıtmaktadır.

Yazılım yol haritası uygulamasını desteklemekle birlikte tek başına yeterli değildir; yol haritalamanın insani yönleri ile birlikte entegre edilmesi gerekmektedir. Yol haritalamanın kilit faydası, şirketin nereye gideceğini gösteren genel vizyonunu geliştirmesi ve bilgi paylaşımını sağlamasıdır.

Sektörel veya çoklu organizasyon yol haritaları, bilgi paylaşımı teşvik etmekte ve işbirliğini sağlayacak kolektif bir vizyonun geliştirilmesini kolaylaştırmaktadır.

3.3 Teknoloji Yol Haritasına Hızlı Başlangıç

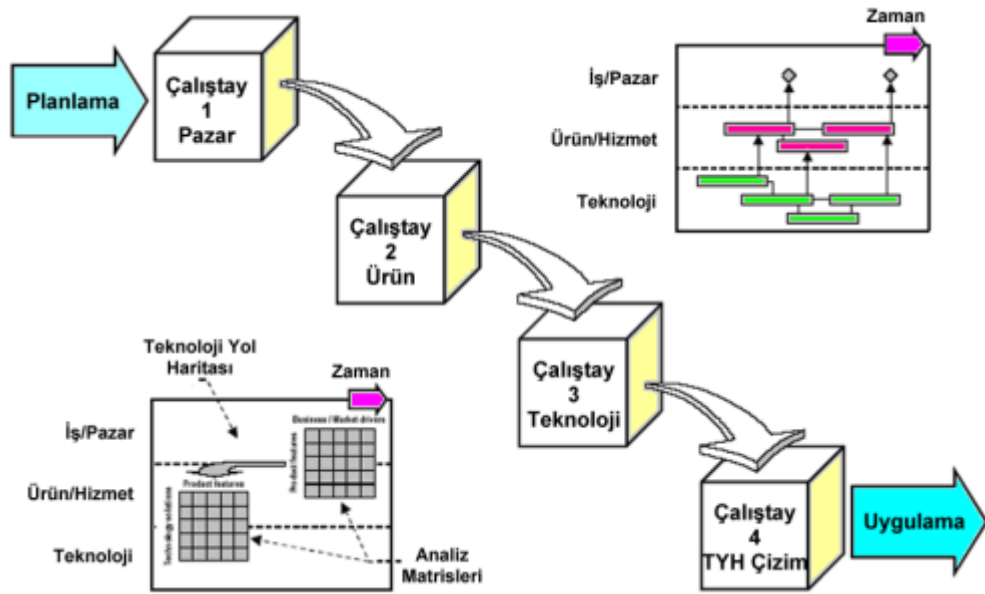
Firmalarda teknoloji yol haritalamasının başlamasını destekleyen hızlı başlangıç süreci (T planı) geliştirilmiştir. T planı, endüstride teknoloji planlamanın temelini oluşturan ilkelerin incelenmesini destekleyen bir araştırma aracı oluşturmaktadır.

Standart T planı süreci dört çalıştaydan oluşmaktadır. İlk üçü yol haritasının üç kilit seviyesine odaklanmaktadır. Son çalıştay, zaman bazlı şemanın oluşturulması için seviyeleri bir araya getirmektedir (Phall ve diğ., 2001).

T-plan hızlı başlangıç yaklaşımı, üç yıllık araştırma programının bir parçası olarak geliştirilmiştir. Daha yakın zamanlarda yaklaşımın genel ilkeleri, çoklu organizasyon (veya ortak) yol haritalarını geliştirmek için kullanılmıştır. Bugüne kadar T-plan yaklaşımı 40 defadan fazla kullanılmıştır.

T-plan yönetimi, bir organizasyonda hızlı ve ekonomik olarak yol haritası sürecinin nasıl başlatılacağına odaklanmaktadır. Probert ve diğ.göre (2003) yöntemin genel amaçları arasında, kuruma özel TYH (teknoloji yol haritası) süreçlerinin başlatılmasını desteklemek, teknoloji kaynakları ve iş yönlendiricileri arasındaki bağlantıları kurmak, pazardaki, ürünlerdeki ve teknoloji istihbaratındaki önemli boşlukları belirlemek, teknoloji stratejisi ve planlama faaliyetlerini desteklemek, teknik ve ticari fonksiyonlar arasındaki iletişimi desteklemek yer almaktadır.

Phall ve diğ.göre (2004), T-plan süreci iki ana bölümden oluşmaktadır. İlk bölüm olan standart yaklaşım, ürün planlamasını desteklemektedir. İkinci bölüm olan özelleştirilmiş yaklaşım, yöntemin geniş uygulaması ile ilgili bilgiler içerir.



Şekil 3.1: Hızlıbaşlangıç süreci.

Standart T-planı süreci, Şekil 3.1 de gösterildiği üzere dört çalıştaydan oluşmaktadır. İlk üçü, yol haritasının üç ana seviyesine (pazar/iş, ürün/hizmet ve teknoloji)

odaklanmaktadır. Son çalıştay şemanın oluşturulması için zaman boyutunda temaları biraraya getirmektedir.

Yaklaşım, ürün ve teknoloji seçeneklerini tanımlamak ve önceliklendirmek için kullanılan pazar ve iş gereksinimleri ile tarafından yönlendirilmektedir.

Yol haritalama, ürün planlama, kaynak alakasyonu ve yönetimi gibi farklı iş amaçlarını destekleyebilmektedir. Ayrıca her bir organizasyon, iş konsepti, organizasyonel kültürü, iş süreçleri, mevcut kaynakları, teknoloji tipleri vb. açıdan farklıdır. Bu nedenle, yaklaşımın belirli uygulamalar için özelleştirilmesi gerekmektedir. Çok seviyeli yaklaşım, en yaygın kullanılan biçimdir ve uygulamada en esnek olandır; zaman, seviyeler, yorum ve süreç boyutlarını içermektedir.

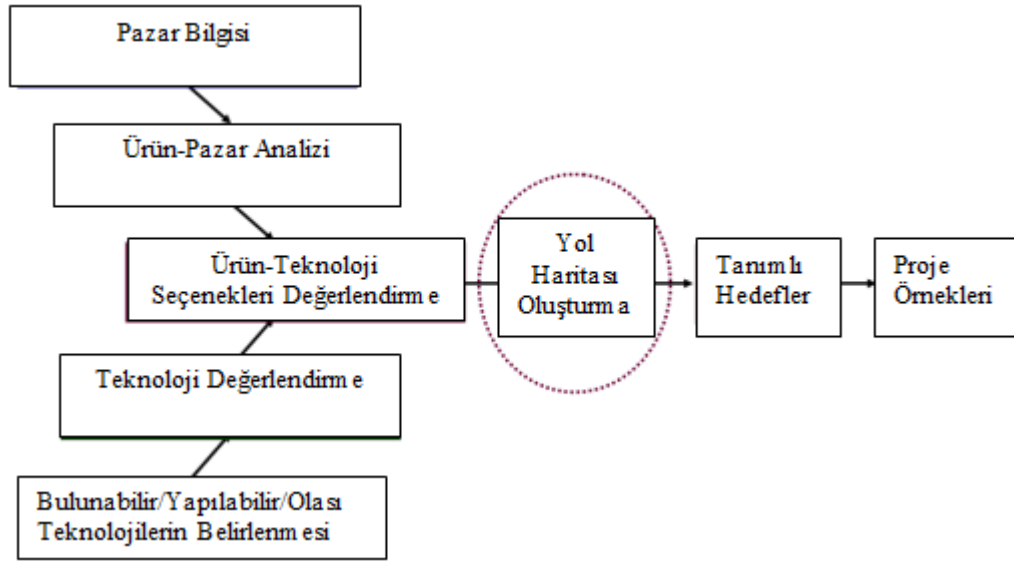
Zaman boyutu zaman ufku, ölçeği ve aralığı açısından özel duruma göre adapte edilebilir.

Seviyeler boyutunda yol haritasının dikey eksenı kritiktir, ele alınan organizasyon ve probleme uyacak şekilde tasarlanması gerekmektedir. Genellikle başlangıç yol haritalama çabasının önemli kısmı, yol haritasını biçimlendirecek olan seviyelerin ve alt seviyelerin belirlenmesine yönlendirilmelidir. Üst seviyeler yol haritasını yönlendiren organizasyonel amaçla ilgilidir. Alt seviyeler ise kaynaklar ile ilgilidir. Orta seviyeler ise amaç ve kaynaklar arasında köprü oluşturmaktadır.

Yorum boyutunda, seviyelerde yer alan bilgilere ek olarak, yol haritasında başka bilgiler de yer alabilmektedir. Bu boyut, seviyelerdeki ve alt seviyelerdeki nesneler arasındaki bağlantıları, tamamlayıcı bilgileri venotlar ve renk kodlama gibi diğer grafiksel araçları içermektedir.

İlk yol haritasını tamamlamak için gerekli adımlar ve sonrasında süreci ileriye götürmek her bir organizasyon için farklıdır. Çoğu yol haritası şekil 3.2 deki gibi pazar çekme ve teknoloji itme yönlerini içermektedir.

Bazı şirketler bu yöntemi özel durumlar için tek seferlik kullanırken, bazıları da yol haritalamayı, stratejilerinin ve planlama süreçlerinin önemli bir parçası haline getirmek üzere ileriye taşımaktadır.



Şekil 3.2: Yol haritaları ticari ve teknik bilgiyi entegre etmektedir.

3.4 Teknoloji Yol Haritası Türleri

Phall ve diğ. çalışmalarında (2001), 40 teknoloji yol haritasının karşılaştırmış, hem amaca hem de biçime bağlı olarak bir kategorizasyon sisteminin geliştirilmesini sağlamışlardır. Motorola tarafından sunulan yol haritasının orijinal biçimi, teknoloji ve ürün planlama senkronizasyonun desteklenmesini amaçlamıştır. Bu en yaygın kullanılan yol haritası türü olsa da farklı iş gereksinimlerinin karşılanması için başka biçimler de geliştirilmiştir. Ayrıca yol haritalarının ifade edilmesi ve iletişiminin sağlanması için bir takım grafiksel biçimler de kullanılmıştır. Yol haritaları her zaman tek bir kategoriye girmemekle birlikte birden fazla türde bileşen içerebilmekte, hibrid biçimler gösterebilmektedir.

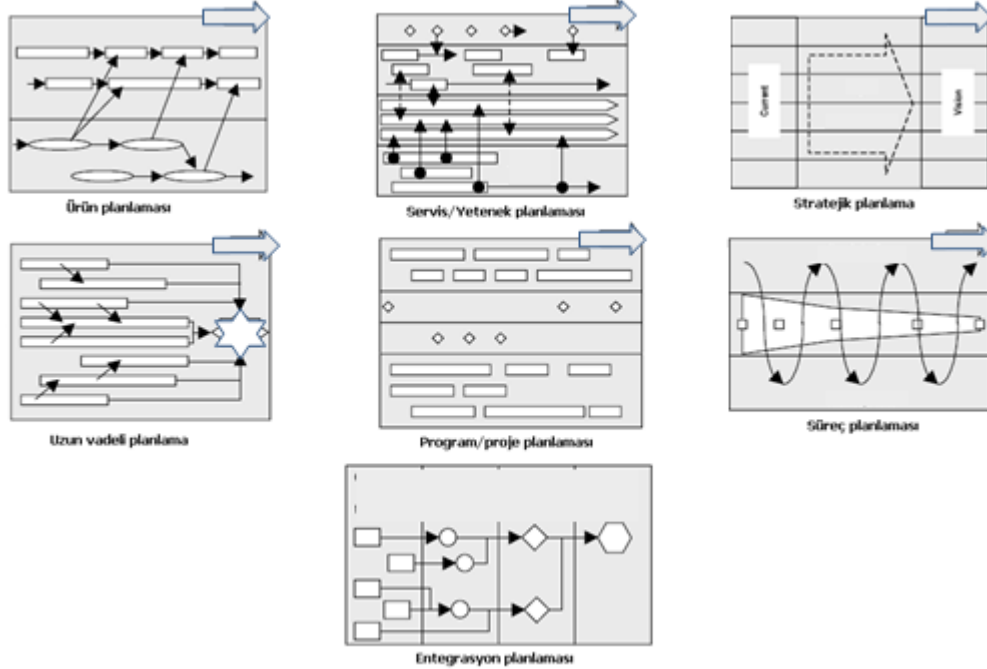
Phall ve diğ. çalışmasında (2001), teknoloji yol haritalarının temsilcisi olarak kabul edilen kategorilerin ilk dizisi, kullanım amacına, gözlenen yapıya ve içeriğe bağlı olarak incelenmiştir. Kategoriler, ürün planlama, kapasite planlama, stratejik planlama, uzun dönemli planlama, bilgi varlığı planlama, program planlama, proses planlama ve entegrasyon programlama başlıklarını içermektedir. En çok kullanılan TYH türü, ürün planlama kategorisidir.

Phall ve diğ. çalışmasında (2004), kullanım amacı açısından sekiz yol haritası türü tanımlanmıştır. Bu yol haritası türleri şekil 3.3 de gösterilmektedir.

Bilgi varlığı planlama: Bu tür bilgi varlıklarını ve iş amaçları ile birlikte bilgi yönetimi girişimlerini sıralamaktadır.

Program planlama: bu tür stratejinin uygulanmasına odaklanmaktadır ve proje planlama ile doğrudan ilgilidir.

Proses planlama: Bu tür belirli bir proses alanına odaklanarak bilgi yönetimini desteklemektedir.



Şekil 3.3: Kullanım amacına göre yol haritası türleri.

Entegrasyon planlama: Bu tür, ürünler ve sistemler içinde farklı teknolojilerin nasıl birleştirileceğinin belirlenmesi veya yeni teknolojilerin biçimlendirilmesi için teknoloji entegrasyonuna ve/veya gelişimine odaklanmaktadır.

Ürün planlama: Teknoloji yol haritasının en yaygın kullanılan türüdür.

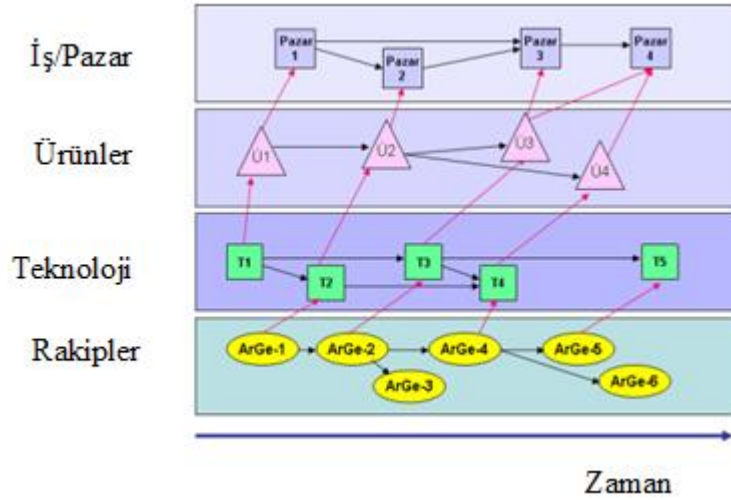
Hizmet/yetenek planlama: Bu tür hizmet organizasyonları için daha uygundur. Bu yol haritası, teknoloji ve iş arasında bir köprü olarak organizasyonel yetenekler üzerine odaklanmaktadır.

Stratejik planlama: Bu tür, farklı fırsatların ve tehditlerin değerlendirilmesinin desteklenmesi açısından genel stratejik değer tahmini için daha uygundur. yol haritası gelecekteki işin vizyonunun geliştirilmesine odaklanmaktadır.

Uzun dönemli planlama: Bu tür uzun dönemli planlamanın desteklenmesinde kullanılmaktadır. Bu türdeki yol haritaları sektör ya da ulusa seviyede uygulanmaktadır.

Phall ve diğ. çalışmasında (2001), kategorilerin ikinci dizisi gözlenen yapıya bağlı olarak yol haritasının biçimi ile ilgilidir. Kategoriler, çoklu seviye, sütun, tablo,

grafik, resim, akış, tek seviye ve metin başlıklarını içermektedir. Yol haritasının çeşitli biçimleri bulunmaktadır; en çok kullanılan şekil 3.4 de yer alan EIRMA tarafından sunulmuş aşağıdaki şekildeki jenerik biçimdir. Genel yol haritası zaman tabanlı bir şemadır; ticari ve teknolojik perspektifleri içeren birkaç seviyeden oluşmaktadır.



Şekil 3.4: Genel yol haritası (EIRMA, 1997).

Grafiksel biçim açısından sekiz yol haritası türü tanımlanmıştır (Phall ve diğ, 2004). Bu yol haritası türleri şekil 3.5 de gösterilmektedir.

Çoklu seviyeler türü, teknoloji, ürün ve pazar gibi çok sayıda seviyeden oluşan en yaygın teknoloji yol haritası türüdür.

Bazı durumlarda yol haritaları ya da yol haritaları içindeki seviyeler, tablo olarak gösterilmektedir.

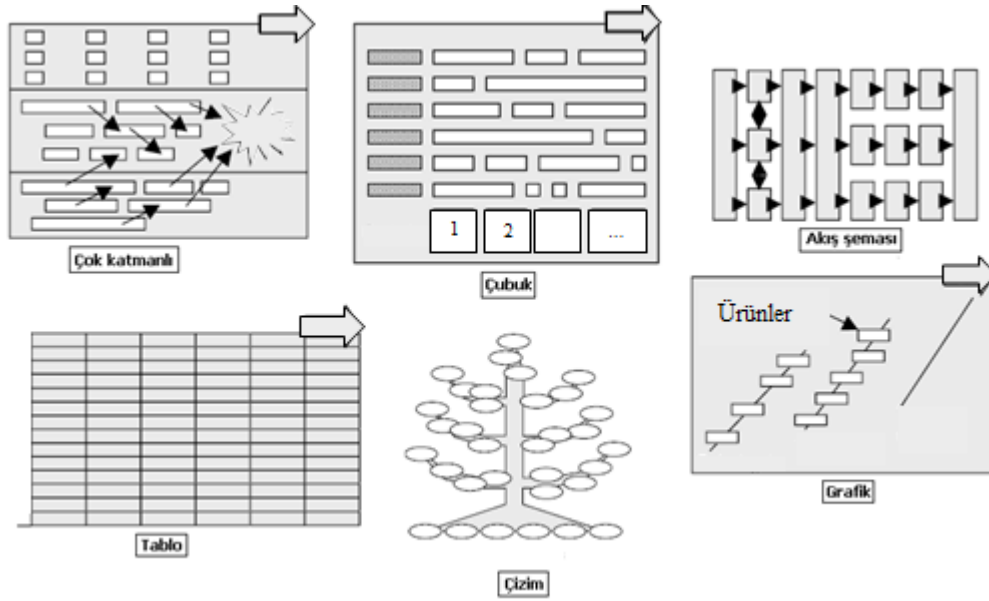
Ürün ya da teknoloji performansı ölçülebildiğinde yol haritası basit bir grafik olarak gösterilebilir. Bu tür grafik, teknoloji S eğrileri ile yakından ilişkilidir.

Bazı yol haritaları, teknoloji entegrasyonunu ve planlarını göstermek için daha yaratıcı resimsel sunumlar kullanabilmektedir.

Resimsel sunum formatlarından birihedef, faaliyet ve çıktıları ilişkilendirmek için kullanılan akış şemalarıdır.

Tekli seviye: çoklu seviyeler türünün bir alt kümesidir. Daha az karmaşık olmakla birlikte, seviyeler arasındaki bağlantıyı genellikle göstermemektedir.

Bazı yol haritaları tamamen ya da çoğunlukla metin tabanlıdır.



Şekil 3.5: Biçime göre yol haritası türleri.

3.5 Başarılı ve Etkin Yol Haritasının Özellikleri

Phall ve diğ. göre (2001), açıkça ifade edilmiş iş gereksinimleri, etkin iş süreçlerinin geliştirilmesi için duyulan istek, doğru insanların katılımı ve üst yönetimin desteği, başarılı yol haritaları için önemli olan faktörlerdir.

Teknoloji yol haritalarının, çoğu yol haritasına uygulanan ve iyi yol haritalarının geliştirilmesi için ilkeler olarak düşünülen genel karakteristikleri tanımlanmıştır. Buna göre yol haritaları grafiksel biçimde açıklanmalıdır. Ayrıca yol haritası uygun dökümantasyonla desteklenmelidir. Yol haritaları, firmadaki teknoloji, ürün ve ticari perspektiflerin entegrasyonunu gösterecek şekilde çok katmanlı olmalıdır.

Yol haritalar zaman boyutunu açıkça göstermelidir. Yol haritaları, seviyeler arasındaki bağlantılarla birlikte mevcut durum ve uzun vadeli vizyon arasındaki geçiş yolunu grafiksel olarak sunmaktadır.

Yol haritasının seviyelerini ve alt seviyelerini tanımlamak için uygulanan yapı önemlidir. Bu yapı ele alınan iş ve konuların temel yönlerini yansıtmaktadır. Jenerik yol haritalama yaklaşımı, iş stratejisinin ve planlamasının desteklenmesi için yüksek potansiyele sahiptir.

Probert ve diğ. göre (2004), net bir iş ihtiyacı tanımı, somut faydalar ve uygun zamanlama, üst yönetimin desteği ve bir şampiyon tarafından sürecin yönlendirilmesi, uzmanlık seviyesi ile doğru kişilerin katılımının sağlanması, etkili iletişim, işte işbirliği ve paylaşım için uygun kültürün olması, başarılı ve sürdürülebilir yol haritasının oluşturulması sağlamaktadır.

Carvalho ve diğ. göre (2013), katılımın sağlanması için bir yayılım planının olması, teknik olmayan bariyerlerin realistik bir şekilde açıklanması, rekabet eden teknolojilerin tanıtımının sağlanması, yol haritası sonuçlarının uygulanması, yol haritası yöneticisinin görev ve sorumlulukları, güvenilirlik, maliyet, TYH nin mevcut yönetim araçları ile entegrasyonu, mühendislik disiplini, yüksek kalitede TYH lerin oluşturulması için gereken koşullardır.

3.6 TYH Gelişimini Destekleyen Araçlar

Aşağıdaki tablo, yol haritası geliştirme ve uygulama süreçlerinin önemli parçası olan araçları göstermektedir. Fonksiyonları, veri ve bilgi toplamayı, analizini ve yayılımını desteklemek ve kolaylaştırmaktadır. Yol haritası araçları fonksiyonlarına göre pazar analizi araçları, teknoloji analizi araçları ve destekleme araçları olarak gruplandırılmaktadır. Pazar analizi araçları, ihtiyaçların ve gereksinimlerin incelenmesi ile yol haritasının üst seviyesinin geliştirilmesi için kullanılmaktadır. Teknoloji, bilgi ve yetenek gibi kapasitelerin tahmin edilmesini, ölçülmesini ve eşleştirilmesini sağlayan teknoloji analizi araçları, alt seviyenin oluşturulması için uygulanmaktadır. Çalıştaylar boyunca toplanan nitel ve nicel verilerin işlenmesi ile destekleme araçlar, TYH sürecinin geliştirilmesine ve uygulanmasına yardımcı olmaktadır.

Pazar analizi araçlar şunlardır: deneyim eğrisi, beş güç analizi, senaryo planlama, GZFT vb. Teknoloji analizi araçları şunlardır: bibliyometrik, patent analizi, AHP, morfoloji analizi vb. Destek araçları şunlardır: inovasyon matrisi, Delphi-senaryo yazma metodu, politika simülasyon metodu, matris puanlama metodu, senaryo planlama vb.

3.7 Teknoloji Yol Haritasında Yaşanan Zorluklar ve Çözüm Önerileri

Phall ve diğ. göre (2001), TYH yaklaşımının uygulanması firmalar için önemli zorluklar sunmaktadır. Yol haritasının sürekli olarak canlı tutulması, TYH sürecinin başlatılması ve güçlü bir TYH sürecinin geliştirilmesi; önemli zorluklar olarak belirlenmiştir. Şirketlerin teknoloji yol haritası uygulamalarında yaşadıkları zorlukların nedenlerinden biri çok sayıda yol haritası biçimlerinin olmasıdır. Literatürde teknoloji yol haritası sürecinin anahtar adımları özetlenmiştir. Ancak bu kaynaklar yaklaşımın nasıl uygulanacağı ile ilgili olarak detaylı yönlendirme içermemektedir.

Vatananan ve Gedsri (2010), çalışmalarında yol haritası yaklaşımının ve çalışmasının mevcut durumunu ortaya koymak için TYH ile ilgili yayınlar gözden geçirmiştir. Literatürdeki çalışmalardan yol haritasının canlı tutulması en önemli sorun olarak belirlenmiştir.

Phall ve diğ. göre (2004), bir şirkette yol haritalama yaygın olarak kullanılacaksa üstünden gelinmesi gereken zorluklardan biri yönetime karşı yaşanan dirençtir. İlk yol haritası geliştirildikten sonra organizasyonun diğer bölgelerinde yöntemin benimsenmesinin kolaylaştırılması istenebilecektir. Metodu açarak yaymak için iki yaklaşım bulunmaktadır. Yukarıdan aşağıya, yol haritaları için gereksinim üst yönetim tarafından belirlenmiştir. Aşağıdan yukarıya, bu yöntemin kullanım faydaları iletilmiş ve destek sağlanmıştır.

Lee ve Park'a göre (2005), mevcut ticari yazılımların özelleştirme fonksiyonunu destekleyecek kapasitesi bulunmamaktadır.

Teknoloji yol haritasında yaşanan zorlukların üstesinden gelebilmek için literatürde sunulmuş çeşitli çözüm önerileri bulunmaktadır.

Gedsri ve diğ. göre (2009), TYH nin süregelen stratejik/iş planlama sürecinin bir parçası olarak uygulanması zorlayıcıdır çünkü organizasyonel iş sürecini, yapısını ve kültürünü etkileyebilmektedir. Bu nedenle bir organizasyonun, TYH sürecine dahil olan kilit kişilerin değişen görevlerinin ve sorumluluklarının, TYH uygulamasının dinamikleri ile nasıl eşleştiğini anlaması gerekmektedir.

3.7.1 Yazılım desteği

Phall ve diğ. göre (2004), yol haritalama metodu sürekli ve yaygın hale getirilecekse, yazılım desteği önemli hale gelecektir. Basit bir kelime işlemci, hesap tablosu ve grafik paketleri, yol haritasının ilk gelişimi için uygundur. Sürecin ileri götürülmesi durumunda daha sofistike yazılımlar faydalı olacaktır.

Lee ve Park tarafından yapılan çalışmada (2005), yol haritası faaliyetlerinin kolaylaştırılması için bir web tabanlı sistem geliştirilmiştir. Bu sistemin özelleştirme fonksiyonu ile uygulama amacının seçilmesi ve girdi gereksinimlerinin karşılanması ile özelleştirilmiş yol haritaları kolayca oluşturulabilmektedir. Bu fonksiyon, potansiyel kullanıcıların yol haritası biçimlerini ve içeriklerini tasarlamalarına yardımcı olmaktadır. Mevcut yazılım programlarındaki özelleştirme fonksiyon eksikliğinin aşılması için bir yol haritası destekleme aracı tasarlanmıştır. Sistemin üç temel menüsü bulunmaktadır; veritabanı, yol haritası oluşturma ve yol haritası geri alma. Veritabanı menüsü, teknolojik trendlerle ilgili bilginin toplanmasında ve/veya ürünler ve teknolojiler ile ilgili temel bilginin elde edilmesinde kullanılmaktadır. Yol haritası oluşturma menüsünden, kullanıcı özelleştirme fonksiyonunu kullanma ve kullanmama seçeneklerinden birini tercih edebilmektedir. Özelleştirmeyi kullanmayacaksa sekiz yol haritasından birini kullanım amacına göre seçebilmektedir. Özelleştirmeyi kullanacaksa uygulama amacına uygun yol haritası çeşitlerinden seçim yapabilmektedir. Yol haritası geri alma menüsünden, kullanıcılar seçim yaptıkları başlıkta daha önceden oluşturmuş yol haritalarını görebilmektedir.

Sistemin faydaları üç başlık altında toplanmaktadır; yol haritalarının kolay oluşturulması, yayılımı ve güncellemesi. Süreç boyunca yol haritaları serisi önerilmekte ve uygulama amacının seçilmesi ve girdi gereksinimlerinin karşılanması ile yol haritası kolayca oluşturulabilmektedir. Sistemin web tabanlı özellikleri yol haritası yayılımını kolaylaştırmaktadır. Sistem, yol haritası bilgilerine kolay eriş sunmakta ve kurum içinde bilgi paylaşımını kolaylaştırmaktadır. Son olarak da yol haritası canlı tutulabilmektedir. Sistem kullanımı ile verideki basit değişiklikler ile yol haritası otomatik ve pratik olarak güncellenebilmektedir.

3.7.2 TYH özelleştirme yöntemi

Probert ve diğ. (2003) yaptıkları çalışmada teknoloji yol haritası yönteminin, çeşitli organizasyonel koşullara uymak için nasıl özelleştirilebileceğine odaklanmaktadır.

Teknoloji yol haritası yaklaşımının pratik uygulaması farklılık göstermekte ve uygulama için kabul edilmiş standartlar bulunmamaktadır. Yol haritası yapıları ve süreçleri için endüstriyel standart oluşturmak sadece yöntemin genel uygulaması için kısmen başarılı olabilir. Çünkü yol haritasının uygulanabileceği stratejik bağlamların çeşitliliği çok fazladır.

Yol haritası yaklaşımının özelleştirilme ilkeleri planlama, yapı ve süreç başlıkları altında toplanmıştır. Organizasyon amacına uygun olarak bu üç başlık altındaki çalışmalar ile yol haritası özelleştirilebilmektedir.

Planlama faaliyetleri yol haritası sürecinin kritik aşamasıdır. Bu aşamada yapılan çalışmalar, yol haritası çalıştayıyla ilgili riskleri azaltacak ve başarı şansını arttıracaktır.

Planlama aşamasına ve yol haritalama boyunca tüm sürece dahil olması gereken iki paydaş bulunmaktadır. İşin sahibi; uygulama alanı ile ilgili derin bilgisi olan ve yol haritalama sürecinde ele alınan konulardan sorumlu olan kişi, kişilerdir. Sürecin sahibi, yol haritası ile ilgili derin bilgisi olan ve yol haritası uygulamasından sorumlu olan kişi, kişilerdir.

Yol haritası sürecinin iki paydaş arasındaki işbirliği ile desteklenmesi gerekmektedir. Planlama aşamasının merkezinde yol haritasının yapısının ve yol haritası sürecinin birlikte değerlendirildiği tasarım faaliyeti yer almaktadır. T-plan uygulamalarında bağlam, yapı, süreç, katılımcı, bilgi kaynakları, çalıştay yeri ve zamanlama, hazırlayıcı çalışma aşamalarını içeren kontrol listesi kullanılmaktadır.

Bağlam aşamasında yol haritası ihtiyaçlarını tetikleyen konunun doğasının incelenmesi gerekmektedir. Çalışma alanının sınırlarının, yol haritası ihtiyacını yönlendiren odak konunun, uzun ve kısa dönemde yol haritası ile kazanılması beklenen amaçların ve hedeflerin, insan, çaba ve maliyet anlamında kaynak seviyesinin belirlenmesi bu aşamanın adımlarıdır.

Yapı aşamasında, planlama ufku ve kilometre taşları kapsamında yol haritasının kronolojik yönlerinin belirlenmesi ve yol haritasının dikey eksenindeki yapının oluşturulması adımları gerçekleştirilir.

Süreç aşaması, yol haritasının bağlantısının oluşturulması, kararların verilmesi, faaliyetlerin belirlenmesi ve kararlaştırılması için gerekli olan faaliyetlerin tamamıdır.

Katılımcı aşamasında, iyi kurulmuş ve güvenilir bir yol haritasının geliştirilmesi için gerekli olan bilgi ve uzamanlığı sahip kişilerin sürece ve çalıştaylara katılımları sağlanır. Çalıştay için uygun bir yer ve zaman belirlenmelidir.

Bilgi kaynakları aşamasında, yol haritası faaliyetinde mevcut bilginin göz önünde bulundurulması sağlanmalıdır.

Hazırlayıcı çalışma aşaması, çalıştaylardan önce katılımcıların davet edilmesi, özet bilgilerin hazırlanması gibi faaliyetlerin belirlenmesi ve gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

İncelenen 50 yol haritasına dayanarak aşağıdaki şekilde genelleştirilmiş yol haritası biçimi elde edilmiştir. Yaklaşım önemli bir özelliği olan zaman boyutu çoğu yol haritasında açıkça gösterilmektedir. Yol haritası faaliyeti ile ilişkili belirlenmiş ihtiyaçları karşılayacak şekilde tasarlanmış seviyeler ve alt seviyeler, yol haritasının dikey eksenini oluşturmaktadır.

Yol haritasının yapısı tasarlanırken göz önünde bulundurulması gerek diğer faktörler belirlenmiştir. Buna göre seviyeler birbirinden bağımsız olmalıdır. Her bir seviyenin tanımı zaman içinde tutarlı olmalıdır. Böylece yol haritasının zamanı boyunca geliştirmeler ve değişimler eşleştirilebilir. Organizasyondaki diğer yaklaşımlar ve sistemler ile yol haritasının yapısının entegre olabilmesi fayda sağlayacaktır.

Süreç tasarımı hem makro hem de mikro boyutta düşünülmelidir: Makro seviyede nihai amaç doğrultusunda sürecin genelde nasıl işleyeceği belirlenmektedir. Mikro seviyede, makro sürecinde detali sürecinin nasıl tasarlanacağı düşünülmekte ve çalıştaylar için ajanda belirlenmektedir.

3.7.3 TYH sürecindeki kilit kişilerin TYH dinamikleri ile eşleşmesi

Gerdsri ve diğ. çalışmasında (2009), etkin bir yol haritasının geliştirilmesi için gerekli olan bilginin oluşturulmasında ve transferinde kilit kişilerin belirgin görevleri ve sorumlulukları aktarılmaktadır. Ayrıca görevlerin ve sorumlulukların, TYH dinamikleri ile eşleşmesi için nasıl detaylandırılacağı açıklanmıştır.

TYH uygulamasındaki kilit oyuncular, organizasyonun farklı seviyelerinden ve alt gruplarından gelmektedir. En önemli ve etkili oyuncular, fikir şampiyonları, şampiyon ekip, TYH operasyon ekibi ve destek ekibidir.

Fikir şampiyonu, değişim kabulünün sağlanması konuları ilerletecek enerjiyi sağlayan kişidir. Şampiyonunu ana görevi, değişim süreci boyunca organizasyon üyelerine rehberlik yapmak ve süreç boyunca kısıtlamaları hafifletmektir.

Şampiyon ekibi, fikir şampiyonlarından oluşan bir gruptur. Bu ekip yol haritası geliştirmeye ek olarak, yol haritası sürecinin organizasyonun sürekli iş süreçlerine entegrasyonunu sağlanmasından da sorumludur.

TYH operasyon ekibinin her bir üyesi, kendi alanında güçlü bilgiye ve deneyime sahiptir. Gelecek trendler ve gereksinimler ekibin bilgisi ile belirlenebilmekte ve TYH gelişimi için stratejik girdiler olarak kullanılabilir.

TYH destek ekibinin ana fonksiyonu, kaynakları ve bilgiyi yakalamak, depolamak ve dağıtmaktır. Bu ekip TYH sürecinin kaynak merkezi olmaktadır.

Bu kilit oyuncular uygulamanın bütün aşamalarına dahil olmaktadır. Ancak katılım seviyeleri bir aşamadan diğer aşamaya farklılık göstermektedir.

Başlangıç aşamasında fikir şampiyonunun görevi, doğru kişileri biraraya getirmektir. Şampiyon ekibi, dönüşümsel lider ve TYH geliştirme kolaylaştırıcısı olmanın yansıra üst yönetim ve TYH operasyon ekibi arasında iletişim bağlantısı olarak da görev yapmaktadır. TYH operasyon ekibi, temel bilginin yakalanmasında ve geliştirme aşamasına katılım için kendilerini hazır hale getirmekten sorumludurlar. TYH destek ekibi, iç ve dış kaynaklardan temel bilgilerin sağlanmasından sorumludur.

Geliştirme aşamasında fikir şampiyonu, ilgili bilgi kaynaklarının koordinasyonundan ve yol haritası geliştirme için bireylerin hazır hale gelmesinden sorumludur. Şampiyon ekibi, fikir şampiyonu kendilerine genel yönlendirmeyi sağladıktan sonra kendi grupları için geliştirme sürecinin kolaylaştırmasından sorumludur. TYH operasyon ekibinin üyeleri, yol haritası geliştirme süreci boyunca gerekli bilginin toplanmasından ve analizinden sorumludur. TYH destek ekibi, bir kaynak merkezi olarak, bütün gerekli bilgiyi birleştirmekten ve bütün iletişim kanallarının açık olmasının sürekliliğinin sağlanmasından sorumludur.

Fikir şampiyonunun son görevi, teknoloji yol haritasının süregelen iş süreçlerine entegrasyon sürecini başlatmaktır. Şampiyon ekip, entegrasyon sürecinin hızlandırılmasından sorumludur. TYH operasyon ekibi bu sürecin başında şampiyon ekibin yol haritalarının doğrulanmasında onlara yardımcı olmaktadır. TYH süreci ve mevcut iş süreçleri arasındaki bağlantıların oluşturulmasından sorumludur.

TYHdestek ekibi, geliştirme süreci boyunca oluşturulan dökümanların hazırlanmasından ve toplanmasından sorumludur.

Bireyler ve gruplar arasındaki dinamik bağlantının ve ilişkinin anlaşılması ile TYH uygulaması güçlenecek, bilgi daha etkin bir şekilde paylaşılacak ve aktarılacaktır. Sonuç olarak bu durum TYH uygulamasının başarı şansını arttıracaktır.

3.7.4 TYH canlı tutabilme yöntemleri

Lee ve Park tarafından yapılan çalışmanın temel amacı (2005), yol haritalarının özelleştirilmesi için klavuz sağlamaktır. Toplu özelleştirme için bir modülleştirme yöntemi benimsenmiş ve öngörüm, planlama ve yönetim gibi farklı amaçlar için farklı yol haritaları grubu önerilmiştir. Özelleştirme sürecinin amacı, farklı amaçlar için farklı yol haritaları serisi oluşturmaktır. Bu nedenle bu araştırmanın genel süreci üç aşamadan oluşmaktadır; sınıflandırma, standardizasyon ve modülerizasyon. Sınıflandırma aşamasında, teknoloji yol haritası için bir sınıflandırma şemasının oluşturulabilmesi için çeşitli amaçlar ve sunum yöntemleri incelenir. Standardizasyon aşamasında standartlaştırılmış sekiz yol haritası biçimi önerilmiştir. Son aşamada yol haritasının farklı amaçlarına göre farklı yol haritası şablonları önerilmiştir.

Vatananan ve Gerdri (2010), teknoloji yol haritasının canlı tutulması zorluğunun üstesinden gelmek için TYH sürecinin uygulanmasına ve operasyonalizasyonuna odaklanmışlardır.

TYH sürecinin uygulanması sırasında, uygulamanın başlatılması, üst yönetim taahhütünün güvence altına alınması ve uygulamaya dahil olacak çeşitli grupların içine doğru kişilerin seçimi gibi zorluklarla karşılaşilmektedir.

Uygun TYH yaklaşımının seçilmesi ve özelleştirilmesinde zorluk yaşanabilmektedir. Yeni ve gelişmekte olan teknolojiler ya da pazarlarla ilgili sınırlı bilgi olması nedeniyle gelecek tahmini zor olabilmektedir. TYH sürecinin uygulanması karmaşıktır ve bir organizasyonunu yapısında ve kültüründe majör değişikliklere neden olabilmektedir. Deneyim, bilgi, beceri ve kapasitedeki eksiklikler TYH başarısını zora sokabilmektedir. TYH uygulanması sırasında süregelen faaliyetlerde değişiklik meydana geldiğinde dirençle karşılaşılabilir. Direnç değişim yönetimi teknikleri ile yönetilse bile çoğu organizasyon için TYH sürecinin sürdürülmesi ve güncellenmesi zor gibi gözükmektedir.

TYH gelişimi destekleyen entegrasyon araçları, sürecin operasyonelizasyonuna yardımcı olmakta ve sürdürülebilir bir yol haritasının şansını arttırmaktadır. Ancak bu araçların kuruluşun süregelen operasyonlarına entegrasyonu zorlayıcı olabilmektedir; çünkü her organizasyon farklı süreçler ve kültürler içermektedir. Ayrıca kuruluşlar yol haritasının pazar tarafını analiz etmekte ve yorumlamakta zorlanabilir. Çünkü literatürde ağırlıklı olarak teknoloji analizi araçlarına odaklanılmaktadır.

Teknoloji yol haritasının canlı tutulabilmesi için literatürde sunulmuş olan bir diğer uygulama Teknoloji Gelişim Zarfı (TGZ) metodolojisidir. Bir sonraki bölümde bu yöntemin detayları hakkında bilgi verilmektedir.

4. TEKNOLOJİ GELİŞİM ZARFI

4.1 Giriş

Bugünün hızlı değişen iş çevresinde ve yoğun pazar rekabetinde, teknoloji tabanlı firmalar yeni teknolojilerde ArGe yatırımını aramayı anahtar bir çözüm olarak görmektedirler. Teknolojilerin başarılı uygulaması bir şirketin rekabetçiliğini geliştirebilmektedir. Fon kısıtları nedeniyle şirketlerin, yatırım yapmadan önce teknolojileri dikkatlice değerlendirmeleri gerekmektedir(Gerdsri, 2005).

Bir proje başlatıldığında hangi alakalı ve uygun teknolojilerin kullanılacağına karar vermek oldukça kritiktir. Projenin kendisi için yapılan teknolojik seçimlere ek olarak, teknolojik seçimler ve proje sonuçları ile etkileşen teknolojileri öngörmek gerekli olabilmektedir(Koçkan ve diğ., 2009).

Doğru teknoloji hedefinin seçimi kolay bir karar olmadığı için teknoloji yol haritalama şirketin geleceğinde önemli bir rol oynamaktadır (Koçkan ve diğ., 2009). Bu nedenle endüstri, hükümet ve akademi, AR&GE faaliyetlerindeki boşlukları ve fırsatları tanımlamak ve teknoloji stratejilerini belirlemek için teknoloji yol haritası konseptini benimsemeye başlamışlardır (Daim ve diğ., 2011).

Teknoloji yol haritalama, bilim/teknoloji gelişiminin entegrasyonu için stratejik planlama sağlayan kapsamlı bir yaklaşımdır (Gerdsri ve Kocaoğlu, 2007).

Teknoloji yol haritalama, ürün ihtiyaçları kümesini tatmin etmek üzere teknoloji alternatiflerini tanımlamak, seçmek ve geliştirmek için kullanılan ihtiyaç güdümlü bir teknoloji planlama sürecidir. Uygun teknoloji yatırım kararlarını vermek ve bu yatırımları kaldırmak için bir uzman ekibini bir araya getirmektedir.

Teknoloji yol haritasının ana faydası, daha iyi teknoloji yatırım kararlarını verebilmek için bilgi sağlamasıdır. Proje ya da program tabanı ile ilişkili riskleri tanımlamakta, bilim ve teknoloji kullanıcıları, sağlayıcılar ve yönetim arasında bir vizyon ve fikir birliği geliştirmekte ve bir proje ya da program içinde bilim ve teknoloji gelişmelerini planlamak ve koordine etmek üzere bir altyapı sağlamaktadır Koçkan ve diğ., 2009).

4.2 Teknoloji Yol Haritası Yönteminin Gelişime Açık Yönleri

Mevcut literatürdeana vurgular ve potansiyel boşluklar bulunmaktadır (Gedsri, 2005).

İstatistiksel teknoloji öngörümü, trend analizi, yargısal metotlar gibi teknoloji öngörümü ve değerlendirme metotları üzerine çok çeşitli literatür çalışması bulunmaktadır. Yine de teknolojilerin kurumsal hedef üzerindeki etkisini öngörmek için uzman fikirlerini ve analitik modelleri birleştiren sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır (Gedsri, 2005). Ayrıca Delphi gibi çok sayıda öngörüm ve değerlendirme metotları incelenmiştir. Ancak Delphi öngörüm metodunu ve teknoloji yol haritasını birleştiren sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır (Daim ve diğ., 2011).

Teknoloji öngörümü uygulamalarının çoğu mevcut teknolojilere uygulanmaktadır. Ayrıca çoğu çalışmada teknoloji öngörümü sadece mevcut teknolojiler üzerinde odaklanırken gelişmekte olan teknolojilere odaklanmamaktadır. Walsh'a göre gelişmekte olan teknolojilerle ilgili bilgi toplamak daha zordur. Bu nedenle yol haritasını idare etmek için farklı bir yaklaşıma gereksinim duyulmaktadır (Daim ve diğ., 2011).

Teknolojilerin tanımlanması ve seçimi için karar verme modelleri ve uygulamaları üzerinde literatür bolluğu olmasına rağmen sadece birkaç çalışma özel olarak yeni teknolojileri karşılamaktadır. Yeni teknoloji uygulamaları için bir karar verme modelinin geliştirilmesi mevcut teknolojilerin için olanlardan daha karmaşıktır. Çünkü hem nicel hem nitel ölçümler dikkate alınmak zorundadır. Hem de yeni teknoloji ile ilgili geçmiş veri üzerindeki sınırlamaların üstesinden gelinmek zorundadır (Gedsri, 2005).

Genel olarak teknoloji değerlendirme için kararlar şirketlerde teknoloji yöneticileri grubu tarafından verilmektedir. Kararların, teknoloji geliştiricileri ve teknoloji uygulayıcılarının karşılıklı katılımının olduğu bir çevrede alınması nadiren gerçekleşmektedir (Gedsri, 2005).

Bir yol haritasının oluşturulması ve bunun canlı bir şekilde tutulması için sistematik bir yaklaşım literatürde iyi bir şekilde tanımlanmamıştır. İş ve teknoloji geliştirmede hızlı değişen çevre koşulları altında, yol haritası yaklaşımı dinamik ve esnek

özelliklere sahip olmalıdır. Böylece organizasyonlar, değişimlerin etkisine göre yol haritalarını yeniden değerlendirebilir ve ayarlayabilirler. Dinamik ve esneklik özelliklerinin geliştirilmesi, "yol haritasını canlı tutma" ana zorluğunun üstesinden gelmeyi sağlayacaktır (Gerdşri ve Kocaoğlu, 2007).

Dış araştırmacılar/geliştiriciler ve kurumsal karar veriler arasındaki bağlantı, yol haritasında zayıftır (Gerdşri, 2005).

Teknolojinin stratejik yönetimi, araçların, konseptlerin ve süreçlerin farklı şirketlerde uygulanması ile gerçekleştirilmektedir. Bu nedenle bütün süreci yönlendirecek bir kullanılabilir model geliştirmek için bir fırsat bulunmaktadır (Gerdşri, 2005).

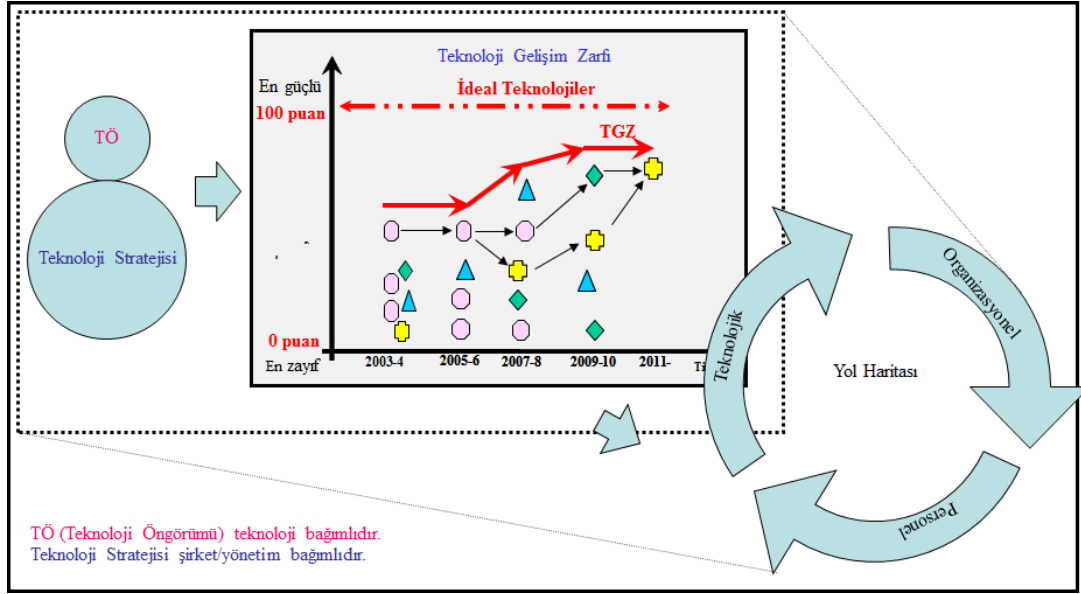
4.3 Teknoloji Gelişim Zarfı Yapısı ve Organizasyonu

Yukarıda sıralanan bütün bu yol haritalama sürecindeki eksiklikler, hem teknoloji geliştiricilerinden hem de teknoloji uygulayıcılarından toplanan veri ile yeni teknolojileri değerlendirebilen daha esnek bir yaklaşımı gerektirmektedir. Bu nedenle Teknoloji Gelişim Zarfı olarak adlandırılan yeni bir metodoloji sunulmuştur (Koçkan ve diğ., 2009).

Teknoloji Gelişim Zarfı (TGZ), teknoloji stratejilerinin gelişimindeki optimum yolun tanımlanması ve bu stratejilerin, iş stratejileri ve/veya politika kararları ile birleştirilmesi için yeni bir konsept ve metodolojidir (Daim ve diğ., 2011).

TGZ, şirketlerin gelişmekte olan teknolojileri belirlemelerine ve bu teknolojilerin değerlerinin organizasyon hedefleri doğrultusunda değerlendirilmesine yardımcı olmaktadır. Teknolojilerin bir zaman periyodundan bir diğerine bağlanması ile teknoloji gelişim yolu oluşmaktadır. En iyi yol tanımlandığı zaman yol haritasındaki teknoloji elementleri yapılandırılabilen ve yol haritası daha esnek ve yaşayan hale gelmektedir. TGZ ile teknoloji yol haritası arasındaki bağlantıye şekil 4.1 de yer verilmiştir.

TGZ yapısı, teknolojilerin gelişimi üzerinde stratejik bilginin elde edilmesi ve bu bilginin her bir teknolojinin farklı zaman periyotlarındaki değerinin belirlenmesinde kullanılması ile oluşturulmaktadır. Bir teknoloji gelişim zarfı, belirlenen zaman boyunca her bir periyotta en yüksek değere sahip teknolojilerin birleştirilmesi ile oluşturulmaktadır.



Şekil 4.1 : TGZ yapısı (TGZ ve yol haritası arasındaki ilişkiyi göstermektedir).

Gerdsri'ye göre (2005) yeni teknolojilerin zaman içinde nasıl değiştiğinin ve bu teknolojilerin gelişiminin organizasyonun amacını nasıl etkilediğinin anlaşılması bütün organizasyonlar için zordur. Bu zorlukların üstesinden gelmek için iki uzman paneli, teknoloji geliştiricileri ve teknoloji uygulayıcıları, her bir süreçte özel gereksinimlerini tamamlamak ve girdi sağlamak için oluşturulmuştur.

Her bir panel belirli bir alanda uzmanlığı bulunan uzman grubunu temsil etmektedir. Bu kişilerin konuların genel kapsamını anlayabilecek ve karar verme sürecini etkileyecek konumda olmaları gerekmektedir. Herbir uzman panelinin görevleri tanımlanmıştır.

Uzman Paneli 1, endüstriden seçilen teknoloji geliştiricilerinden oluşan bir gruptur. Bu uzman grubu, teknoloji bağımlı bilgi kaynağıdır. Sorumlulukları, ortaya çıkma zamanları tahmini ile birlikte yeni teknolojilerin listesini tanımlamak ve her bir yeni teknolojinin etkinlik ölçümlerini sağlamaktır.

Uzman Paneli 2, bir organizasyonda teknolojileri ürünlere tasarlayan ve geliştiren teknoloji uygulayıcıları grubudur. Bu uzman grubu, organizasyon bağımlı bilgi kaynağıdır. Sorumlulukları, teknolojik rekabetçiliği başarmak üzere organizasyonun amacının gerçekleştirilmesi için her bir kriterle ilgili teknolojik faktörlerin ve kriterlerin kümesinin tanımlanmasıdır. Kriterlerin göreceli önemini, her bir kriter üzerinde teknolojik faktörlerin göreceli önemini ve her bir teknolojik faktör üzerinde etkinlik ölçümünün göreceli çekiciliğini kararlaştırmaktadırlar

4.4 Teknoloji Gelişim Zarfı Süreci Aşamaları

Metodoloji, gelişmekte olan teknolojilerin öngörülmesi, tanımlanması, değerlendirilmesi, değerlemesi ve seçilmesi aşamalarını içermektedir (Daim ve diğ., 2011).

Bir TZE nin geliştirilmesi, altı model geliştirme adımının (teknoloji öngörümü, teknoloji karakterizasyonu, teknoloji değerlendirme, teknoloji değerlendirme, hiyerarşik modelleme ve teknoloji gelişim zarfının oluşturulması) tamamlanması ile oluşmaktadır. Modele ve model içindeki bilgi akışı çizelge 4.1 de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1 : Araştırma amacına ulaşmak için her bir adımın özetlenmesi.

Araştırma amacı		
Adım 1:	Teknoloji Öngörümü	Gelişmekte olan teknolojilerin trendlerinin belirlenmesi için Delphi kullanarak bir öngörüm modelinin geliştirilmesi
Adım 2:	Teknoloji Karakterizasyonu	Şirketin amacını karşılayan kriterlerin ve teknolojik faktörlerin belirlenmesi
Adım 3:	Teknoloji Değerlendirme	Verimlilik ölçüleri doğrultusunda gelişmekte olan teknolojilerin değerlendirilmesi
Adım 4:	Hiyerarşik Modelleme	Şirketin amacı üzerinde verimlilik ölçülerinin göreceli etkilerinin belirlenmesi için hiyerarşik modelin geliştirilmesi
Adım 5:	Teknoloji Değerlerme	Yarı mutlak değerlerin kullanılması ile şirket amacı üzerinde gelişmekte olan teknolojilerin etkilerinin değerlendirilmesi
Adım 6:	TGZ nin Oluşturulması	Teknoloji gelişim zarfının ve teknoloji gelişim yollarının oluşturulması

Potansiyel yeni teknolojilerin listesi, ortaya tahmini çıkış zamanları, performansı tanımlayan metrikler ve her bir teknolojinin fiziksel karakteristiği, Delphi süreci boyunca teknoloji geliştiricilerinin uzman gurubundan elde edilmektedir. Değerlendirme modeli dört seviyede her bir seviyesinde bileşenlerin göreceli öncelikleri belirlemek için karşılaştırmalı yargılar, teknoloji uygulayıcıları uzman grubu tarafından sağlanmaktadır. Teknoloji değerlendirmenin sonuçları, her bir teknolojinin şirketin stratejik amacı üzerindeki genel etkisini gösteren Teknoloji Değeri olarak adlandırılan bileşik bir değer şeklinde gösterilmektedir. Her bir zaman periyodunda en yüksek değer ile değerlendirilen teknoloji, bir şirket için diğer teknolojilerle karşılaştırıldığında en yüksek tercihe sahip teknolojiyi temsil etmektedir. Teknolojileri bir periyottan bir diğerine bağlayan yol, bir teknoloji

gelişim yoludur. Her bir zaman periyodunda en yüksek değere sahip teknolojileri bağlayan yol "teknoloji gelişim zarfı" olarak adlandırılmaktadır (Gerdşri, 2005).

4.4.1. Teknoloji öngörümü

Bu adımın ana amacı yeni teknolojilerin gelecek eğilimini öngörmek ve bunların meydana gelme zamanını tanımlamaktır. Yeni teknolojiler üzerinde veri elde etmek her zaman zorlayıcı olmuştur. Bu nedenle öngörüm metotları, güvenilir bilgi elde edebilmek için uygulanmalıdır. Bu çalışmada bu zorluğun üstesinden gelmek ve teknolojilerin nicel ve nitel yönleri üzerinde veri elde edebilmek için Delphi metodu kullanılmaktadır (Koçkan ve diğ., 2009).

4.4.2. Teknoloji Karakterizasyonu

Bu adımın ana amacı, teknolojilerin değerlendirilmesi için şirketlerin hedeflerinin tanımlanması ve doğrulanması ile şirketlerin hedefini tatmin eden kriterlerin ve teknolojik faktörlerin tanımlanmasıdır.

4.4.3. Teknoloji Değerleme

Yeni teknolojilerin değerlemesi için, hedef üzerinde teknolojilerin ilgili etki değerleri, kriter önceliklerinin, her bir kriter üzerinde faktörlerin göreceli öneminin ve her bir faktör üzerinde teknolojilerin göreceli etkisinin belirlenmesi ile hesaplanmaktadır.

4.4.4. Hiyerarşik Modelleme

Bu adımda, bir şirketin hedefi üzerinde etkinlik ölçümlerinin göreceli etkisini belirlemek için hiyerarşik bir model geliştirilmektedir. Hiyerarşik model, dört seviyeli bir hiyerarşi- hedef, kriter, faktörler ve teknolojiler- ile kurulmaktadır.

Literatürdeki çalışmalarda hiyerarşik karar verme modeli olarak AHP kullanıldığı görülmüştür.

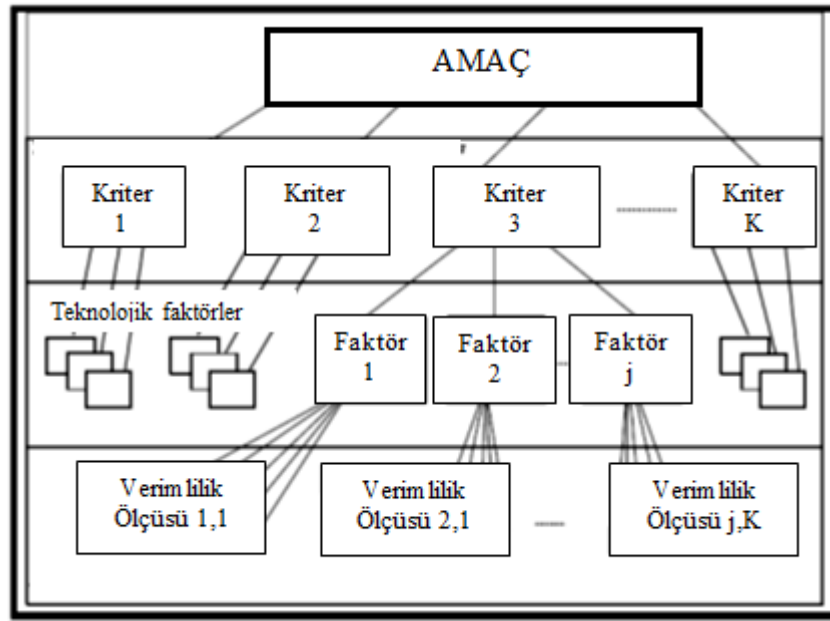
Teknoloji yönetimi alanında teknolojilerin değerlemesi ya da değerlendirilmesi için çok sayıdaki çalışmada AHP yaklaşımı uygulanmıştır. Bu çalışmalarda teknolojilerin değerlendirilmesi için 3 seviyeli (amaç, kriter ve teknoloji alternatifleri) ya da 4 seviyeli (amaç, kriter, alt kriter ve teknoloji alternatifleri) hiyerarşik modeller kurulmuştur. Model yapısı şekil 4.2 de gösterilmektedir. Amaç üzerinde teknolojilerin göreceli etkilerinin belirlenmesi için karşılaştırmalı yargı serileri analiz

edilmektedir. Sonuçlar, bir teknolojinin diğer alternatiflere göre ne kadar iyi olduğunu gösteren göreceli değerler ile temsil edilmektedir. TGZ yapısının dinamik ve esneklik özelliklerini geliştirmek için en alt seviyedeki teknoloji alternatifleri, verimlilik ölçümleri ile değiştirilmiştir (Gerdşri ve Kocaoğlu, 2007).

Bu yaklaşımın iki dezavantajı bulunmaktadır. Birincisi teknolojilerin sayısı arttıkça yargı ölçme yaklaşımı zorlaşmaktadır. İkincisi her yeni bir teknolojiye eklendiği zaman bütün karşılaştırmalı yargı serilerinin defalarca ölçülmesi gerekmektedir.

Bu zorlukların üstesinden gelmek için teknoloji değeri diye adlandırılan birleşik bir indeks geliştirilmiştir.

Teknoloji değerinin ölçülmesi için geliştirilen yeni yaklaşım ile genelleştirilmiş modelin, teknolojilerin kendi verimlilik ölçüleri ile birlikte yerlerinin değiştirilmesiyle, operasyonel bir modele dönüştürülmesi gerekmektedir.



Şekil 4.2 :Etkinlik ölçümlerinin göreceli etkisini belirlemek için hiyerarşik model.

4.4.5. Teknolojilerin Değerlendirilmesi

Hiyerarşik modelin gelişimi boyunca "teknoloji değeri" olarak adlandırılan bir indeks tanımlanmaktadır. Yeni bir teknolojinin teknoloji değeri (TV_n) şu formül ile hesaplanabilmektedir:

$$TV_n = \sum_{k=1}^K \sum_{j_k=1}^{J_k} w_k \cdot f_{j_k,k} \cdot V(t_{n,j_k,k}) \quad (4.1)$$

TV_n , teknolojinin (n) bir şirketin hedefine göre karşılaştırılan teknoloji değeridir. w_k , şirket hedefi ile ilgili kriterin (k) göreceli önceliğidir. $f_{jk,k}$, kriterle (k) ilgili olarak faktörün (j_k) göreceli önemi, $t_{n,jk,k}$ katsayısı, kriter (k) için faktör (j_k) ile birlikte teknolojinin (n) performans ve fiziksel karakteristiklerini tanımlamaktadır. $V(t_{n,jk,k})$ ise teknolojinin (n) performansının ve fiziksel karakteristiklerinin çekicilik değeridir.

Grup kararını temsil etmek üzere her bir kriter için bütün uzman yargılarının ortalama değeri hesaplanmaktadır: Bu adım, amaç ile ilgili olarak kriterlerin (k) göreceli önceliklerinin $[w_k]$ belirlenmesini göstermektedir. Her bir kriter çifti üzerinde karşılaştırmalı yargıyı temsil eden değerler, denklem (4.1) e göre yedi kriterin göreceli önemlerini belirlemek için her bir uzmandan gelmektedir.

$$\sum_{k=1}^K w_k = 1.0, w_k > 0 \quad (4.2)$$

Bu adım denklem (4.2) e göre her bir kriter (k) ile ilgili faktörlerin (f_k) göreceli etkilerinin $[f_i, k]$ belirlenmesini göstermektedir.

$$\sum_{k=1}^K f_{jk,k} = 1.0, f_{jk,k} > 0 \quad (4.3)$$

Faktör değerlendirmesi için, her bir kriterle ilgili teknolojik faktörler üzerinde karşılaştırmalı yargı serileri elde edilmektedir ve her bir kriter altında bu faktörlerin göreceli önemi hesaplanmaktadır:

Sonrasında her bir faktör ve kriter kombinasyonu altında etkinlik ölçümünün denklem (4.4) e göre göreceli çekiciliğinin hesaplanması gerekmektedir:

$$0 \leq V(m_{ijk,jk,k}) \leq 100 \quad (4.4)$$

Süreci tamamlamak için iki yaklaşım bulunmaktadır. Eğer bir faktörün karakteristiği doğrusal orantılı bir fonksiyon olarak doğrulanabiliyorsa, en kötü ve en iyi metrikler arasında etkinlik ölçümlerinin göreceli çekiciliği, limitler arasında onun sayısal değerlerine göre doğrusal orantılı olarak belirlenebilir.

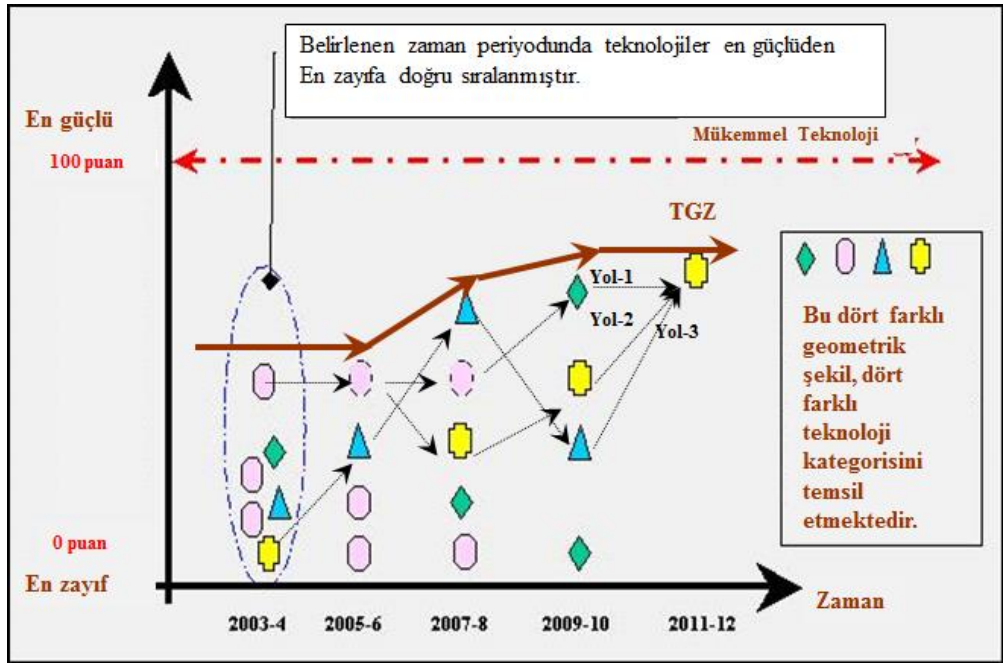
Eğer bir faktörün karakteristiği doğrusal orantılı bir fonksiyon olarak doğrulanamıyorsa, metriğin sayısal değerleri arasında doğrusal olmayan fonksiyonel ilişkilerin ve onların çekicilik değerlerinin geliştirilmesi gerekmektedir.

Grup kararını temsil etmek üzere her bir uzman tarafından verilen göreceli değerler arasında ortalama değerler hesaplanmaktadır. Bunun bir sonucu olarak, "çekicilik eğrileri" geliştirilmektedir.

Sonuç olarak birinci denklemin uygulanmasıyla her bir yeni teknoloji için teknoloji değeri hesaplanmaktadır. İdeal teknoloji bir şirketin bakış açısından 100 teknoloji değerini temsil etmelidir.

4.4.6. TGZ nin oluşturulması

Önceki adımlardan elde edilen bütün sonuçlar, bir diyagram oluşturmak ve belirlenen zaman dilimi boyunca bir teknolojiyi bir diğerine daha ileri zaman periyotlarında bağlayan yolları göstermek üzere toplanmaktadır. Belirlenen zaman dilimi boyunca yeni teknoloji adaylarının her bir zaman periyodu içinde en güçlü etki değerlerini sırayla bağlayan teknoloji gelişim yolu, TGZ olarak düşünülmektedir. TGZ diyagramı şekil 4.3 de yer almaktadır.



Şekil 4.3 :Teknoloji gelişiminin çeşitli yollarını gösteren TGZ diyagramı.

4.5 Teknoloji Gelişim Zarfı Yönteminin Avantajları

TGZ yaklaşımı, şirketlerde yönetici seviyesinde karar vericilerin ve hükümetlerde politika seviyesinde karar vericilerin, teknoloji stratejilerinin geliştirilmesinde bozucu teknolojileri ve radikal inovasyonları dahil etmelerini sağlamaktadır.

TGZanalizinin çıktısı, organizasyonların teknolojik faydalarını maksimize etmeleri için izlemeleri gereken optimumteknoloji gelişimi yoludur. AHP nin uygulanması, teknolojinin etkilerinin somut ve soyut yollardan ölçülmesine izin vermiştir (Gerdri ve Kocaoğlu, 2007).

TGZ, şirketlerin yeni teknolojileri tanımlamalarına ve bu teknolojilerin organizasyonun hedefleriyle ilgili olarak değerinin değerlendirilmesine yardımcı olmaktadır. Teknolojilerin bir zaman aralığından diğerine bağlantısı, teknoloji gelişim yolu ile sonuçlanmaktadır. En iyi yol tanımlandıktan sonra, bu yol bir yol haritasında onu daha esnek ve canlı hale getirerek teknoloji elemanlarının yapılandırılmasında kullanılabilir (Koçkan ve diğ., 2009).

Bir ürün ya da endüstri yol haritasının oluşturulması boyunca iş, bir şirket içindeki çalışanlar ya da endüstriler genelindeki dış teknoloji geliştiricileri tarafından yürütülmektedir. Ancak iç ve dış teknoloji geliştiricileri ve uygulayıcıları arasında bir bağlantı kurmak çok önemlidir. TGZ yöntemi sürece teknoloji geliştiricileri ve uygulayıcıları arasında bağın kurulmasını sağlamaktadır (Koçkan ve diğ., 2009).

TGZ yolunu izleyen teknolojilere yatırım yapmak bir şirketin teknolojik faydalarını maksimum düzeye getirecektir. TGZ ve çeşitli teknoloji gelişim yolları, şirketin teknoloji yol haritası sürecine stratejik girdiler olarak hizmet etmektedir. Bu araştırmada geliştirilen karar verme modeli, teknoloji yöneticilerinin teknoloji geliştirmeyi kurumsal stratejiye bağlarken karşılaştığı zorlayıcı boşluğu doldurmaktadır (Gerdri, 2005).

TGZ bir zaman aralığında teknolojilerin etkisini sıralayabilmektedir. Ayrıca grafiksel gösterimi, çeşitli çözümler için rakip olan teknolojilerin karşılaştırılmasını desteklemektedir. Bazı durumlarda TGZ yi etkileyen iç ya da dış faktörlerin ayarlanması, teknolojinin kullanıma hazır olmasına etki edebilmektedir. TGZ, yol haritası için net bir zaman ölçeği sağlamaktadır (Fenwick ve diğ., 2009).

4.6 Literatürdeki Örnek Uygulamalar

4.6.1 Gelecek güç aktarma organları TGZ uygulaması

Sürekli teknolojik buluşlar ve iyileştirmeler nedenli şiddetli rekabet ile karşı karşıya olan otomotiv endüstrisinin, şirket hedefleri ile alakalı yol haritaları olması gerekmektedir.

Daim ve diğerklerinin (2011) bu çalışması, g aktarma organlarının verimliliğini arttırmak için farklı alternatiflerin en olası uygulama yol haritasının tanımlanması amacıyla gelecek g aktarma organları sistemlerine odaklanmaktadır.

Gelişmekte olan g aktarma organları sistemleri için teknoloji geliştiricileri ve teknoloji uygulama uzmanları tarafından oluşturulmuş esnek ve dinamik bir yol haritası üzerine daha önce bir çalışma yapılmamıştır.

Bu çalışmada, niversiteler (İT, Sakarya Üniveritesi, Boğaziçi Üniveritesi gibi), bir araştırma merkezi (TÜBİTAK) ve endüstri (Ford Otosan, Ford Motor Company gibi) gibi çeşitli uzman panellerinden gelen uzman fikirleri ele alınmıştır.

G aktarım organı teknolojilerini belirlemek için bir Delphi anketi hazırlanmış ve farklı uzman panellerine gönderilmiştir.

İlk uzman grubu niversite tarafını temsil eden uzmanları temsil etmektedir; bu grup g aktarma organları geliştirmeye ve teknolojik boşluklara odaklanmıştır.

İkinci grup araştırma merkezi uzmanlarından oluşmaktadır ve ileri teknolojilere ve kontrol stratejilerine odaklanmışlardı.

nc grup g aktarma organları geliştirmeye ve üretimine dahil olan endüstriyi temsil etmektedir.

İlk panel, gelecek araç teknolojilerinin gelişimine dahil olan endüstri genelindeki uzmanları temsil etmektedir. İkinci panel şirket ve ortaklarından gelen katılımcılardan oluşmaktadır. Böylece Delphi çalışmasının sonunda 6 teknoloji ierente teknoloji listesi elde edilmiştir.

Ankete ek olarak uzmanlar, 22 faktör doğrultusunda her bir teknolojinin gelecekteki gelişim ilerlemesini gösteren teknolojik metrikler üzerindeki tahminlerini belirtmişlerdir.

şirketin amacı, g aktarma organları sistemleri ile ilgili teknolojik rekabetçilik kazanmak olarak belirlenmiştir. Tasarım kriterleri ve her bir kriterle ilişkili teknolojik faktörlere göre kategorize eden bir tablo oluşturulmuştur. Kriterler ve faktörler, verimlilik ölçüsü üzerindeki sınır değerkleri ile birlikte sonuçlandırılmıştır. Modelin hiyerarşik yapısı şekil 4.4 de gösterilmektedir.

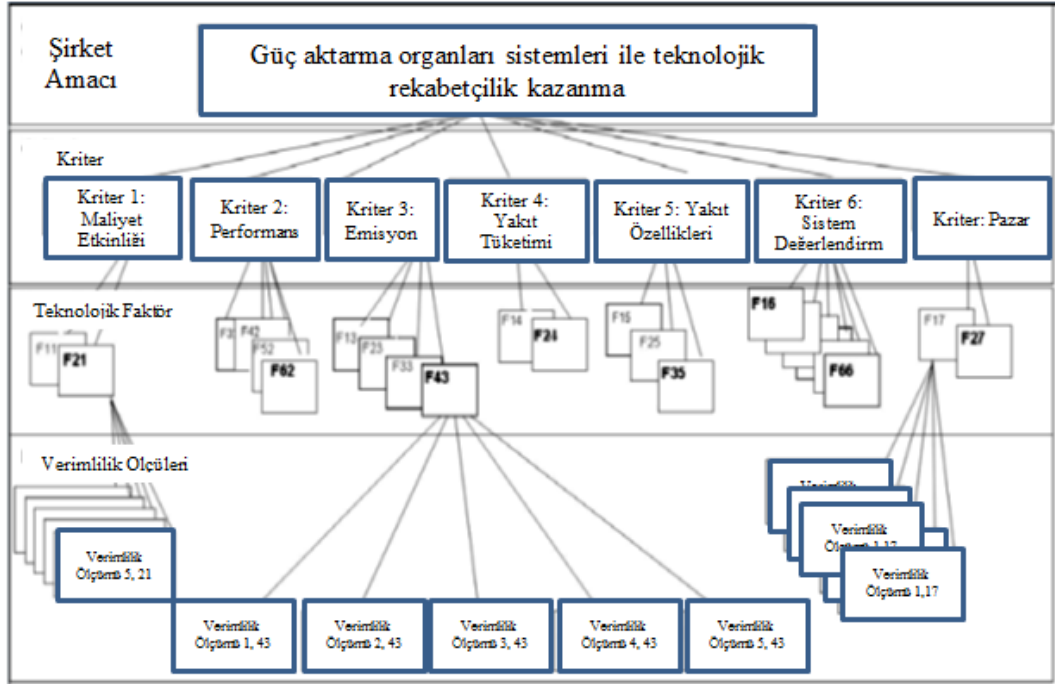
Bu adımda, gelişmekte olan teknolojiler verimlilik ölçülerine dayanarak değerlendirilmektedir. Her bir gelişmekte olan teknolojinin verimlilik ölçüsü değerleri, uzmanlar tarafından sağlanmaktadır.

Uzmanlara, referans değerleri içeren “Güç Aktarma Organları Teknoloji Değerlendirme” dökümanı gönderilmiştir. Uzmanlar bu dökümanda yer alan faktörleri kullanarak teknolojilerin gelecekteki gelişimleri ile ilgili olarak tahminlerini sunmuşlardır. 2009 yılı için örnek değerlendirme çizelge 4.2 de gösterilmektedir.

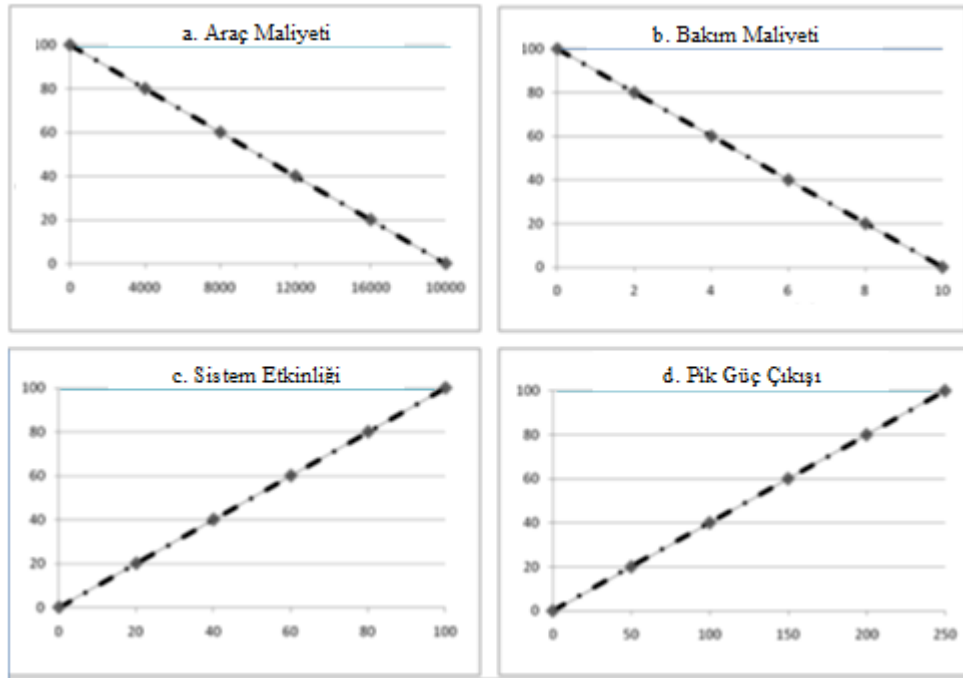
Gelişmekte olan teknolojilerin performanslarının ve fiziksel karakteristiklerinin doğrudan değerlendirilebilmesi için her bir teknolojik faktör için verimlilik ölçüleri tanımlanmıştır. Sonuç olarak 25 çekicilik eğrisi elde edilmiştir. Örnek çekicilik eğrileri şekil 4.5 de gösterilmektedir.

Çizelge 4.2 :Güç aktarma organları teknoloji değerlendirme örneği.

Kriter	Faktörler	Birim	Referans araç - 1,9 L EURO 4 Gazolin Motor		Dizel motor + CVT + Genel Ray 3.Jenerasyon (1800 bar) + TC + SCR+ DPF		
			2009	Yorumlar	2009-2015	2015-2025	2025-
C1: Maliyet Etkinliği	F11: Araç maliyeti (ek)	\$	21000	Geleneksel bir hafif yük SI araç fiyatı	7000	4000	2000
	F21: Bakım maliyeti	ana maliyetin % si	2		5	4	3
	F12: Sistem etkinliği	%	14	İyi tekerlek verimliliği	15	16	17
	F22: Pk güç çıkışı	kW	95		100	110	125
C2: Performans	F32: Sistem kontrol teknolojileri	5 puanlı ölçek	E		G	VG	E
	F42: Güç yoğunluğu	kW/l	75		75	78	80
	F52: Ek ağırlık	kg	1400	Geleneksel bir hafif yük araç ağırlığı	50	20	10
	F62: Dayanıklılık	km	100000	Euro 4 aşaması	100000	160000	200000
	F13: Nox	g/km	0,1		0,22	0,15	0,05
	F23: PM	g/km	0		0,005	0,005	0,003
C3: Emisyonlar	F33: HC	g/km	0,13		0,003	0,002	0,001
	F43: CO	g/km	1,81		0,63	0,55	0,4
	F14: Yakıt tüketimi	l/100 km	10	Ortalama hafif yük aracı yakıt tüketimi	9	7,5	6
C4: Yakıt Tüketimi	F24: CO2 emiyonu	gCO2/km	263	Ortalama hafif yük aracı CO2 emisyonu	238	198	159
	F15: Yakıt mevcudiyeti	5 puanlı ölçek	E	Yakıt, her araç için her yerde bulunabilir	E	E	VG
C5: Yakıt Özellikleri	F25: Yakıt altyapı maliyeti	milyar \$	0	Daha fazla altyapıya gereksinim yoktur	0	0	0
	F35: Enerji yoğunluğu	MJ/kg	43	Ortalama gazolin	42	42	42
	F16: Malzeme mevcudiyeti	5 puanlı ölçek	E		E	E	E
	F26: Bileşen mevcudiyeti	5 puanlı ölçek	E		VG	E	E
	F36: Teknoloji gelişim aşaması	5 puanlı ölçek	A		VG	G	P
	F46: Regülasyonlar/yasal yapı	5 puanlı ölçek	E		E	E	E
C6: Sistem Değerlendirme	F56: Karmaşıklık	5 puanlı ölçek	VG		G	VG	E
	F66: Sistem güvenliği	5 puanlı ölçek	G		VG	E	E
	F17: Araçların mevcudiyeti	5 puanlı ölçek	E		A	VG	E
	F27: Satış hacmi	%	45		2	4	10



Şekil 4.4 :Teknolojilerin değerlendirilmesi için geliştirilmiş hiyerarşik model.



Şekil 4.5 : Çekicilik eğrileri(a.Araç Maliyeti, b. Bakım Maliyeti, c. Sistem Etkinliği,d. Pik Güç Çıkışı).

Teknoloji değeri, kriter öncelikleri, her bir kriter üzerinde faktörlerin göreceli önemi ve her bir faktör için teknolojilerin çekicilik değeri arasındaki matris hesaplamalar ile belirlenmektedir. Aşağıdaki çizelgegelecek dizel motor sistemi olan Teknoloji 1 için teknoloji değerinin hesaplanmasını göstermektedir.

Çizelge 4.3 :2009-2015 için tahmin edilen metrikler ve çekicilik değerleri.

Kriterler		Faktörler		Çekicilik Değeri	Teknoloji Değeri
C1: Maliyet etkinliği	0,22	F11	0,70	82,50	12,71
		F21	0,30	50,00	3,30
		F12	0,21	15,00	0,66
		F22	0,2	50,00	2,10
C2: Performans	0,21	F32	0,12	80,00	2,02
		F42	0,16	30,00	1,01
		F52	0,13	90,00	2,46
		F62	0,18	40,00	1,51
C3: Emisyon	0,14	F13	0,32	26,67	1,19
		F23	0,32	95,00	4,26
		F33	0,19	99,25	2,64
		F43	0,17	68,50	1,63
C4: Yakıt Tüketimi	0,23	F14	0,53	40,00	4,88
		F24	0,47	20,67	2,23
C5: Yakıt Özellikleri	0,05	F15	0,37	100,00	1,85
		F25	0,45	100,00	2,25
		F35	0,18	28,00	0,26
		F16	0,09	100,00	0,72
C6: Sistem Değerlendirme	0,08	F26	0,26	80	1,25
		F36	0,09	80	0,58
		F46	0,09	60	0,43
		F56	0,15	60	0,72
C7: Pazar	0,07	F66	0,32	80	2,05
		F17	0,59	40	1,65
		F27	0,41	10	0,29
					Toplam 54,63

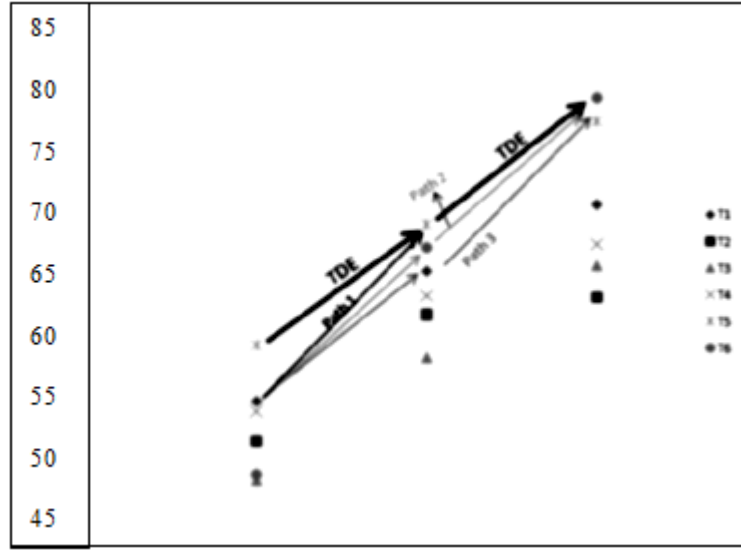
Şirketin amacı doğrultusunda gelişmekte olan teknolojilerin teknoloji değerleri çizelge 4.4 de belirlenmiştir.

Çizelge 4.4 :Her bir zaman periyodu için bütün teknolojilerin teknoloji değerleri.

Teknoloji	2009-2015	2015-2025	2025-
T1	54,63	65,33	70,8
T2	51,36	61,75	63,14
T3	48,12	58,21	65,77
T4	53,8	63,31	67,54
T5	59,25	69,14	77,6
T6	48,57	67,22	79,48

Bir teknolojinin bir diğerine bağlanması, teknoloji gelişim yolu ile sonuçlanmaktadır. Teknolojilerin gelişiminde TGZ takip edilirse şirketin gelişimden sağlayacağı

teknolojik faydalar maksimize edilmiş olacaktır. Bu çalışma için elde edilen TGZ, şekil 4.6 da yer almaktadır.



Şekil 4.6 :Ford Otosan için TGZ.

Altı farklı teknoloji alternatifinin teknoloji değerlerinin karşılaştırması, mevcut teknolojinin, şirketin amacını daha fazla karşılayamayacağını göstermektedir. Şirket aşağıdaki çizelgede özetlenmiş yolları takip etmelidir.

Çizelge 4.5 :Teknolojik faydaları maksimize etmek için TGZ yolları.

2009-2015	2015-2025	2025-
T5	→ T5	→ T6
T1	→ T5	→ T6
T1	→ T6	→ T6
T1	→ T1	→ T6

Şu anda şirketin amacı doğrultusunda Hibrid ve Dizel teknolojilerinin, ideal teknolojilere en yakın olduğu düşünülmektedir. Ancak Yakıt Hücresi teknolojisi, etkileyici bir gelişim gösterecek ve 2025 yılından sonra dominant teknoloji olacaktır.

4.6.2 Elektronik soğutma teknolojileri TGZ uygulaması

Gerdsri ve Kocaoğlu'nun bu uygulamasında (2007), AHP modelinin geliştirilmesi üç adımda gerçekleştirilmiştir; teknoloji karakterizasyonu, hiyerarşik modelleme ve teknolojilerin değerlendirilmesi.

Bu vaka çalışmasında, TGZ yaklaşımı lider bilgisayar sunucu geliştiricilerinden birine elektronik soğutma teknolojilerinin gelişimi için optimum yolu karar

vermesinde yardımcı olmak için uygulanmıştır. Bu çalışmada kullanılan verilerin tamamı, alanındaki uzmanlardan toplanan gerçek verilerdir.

Endüstri ve akademi içindeki çoğu enstitülerin ArGe departmanları, yeni bir soğutma teknolojisi geliştirme üzerinde çalışmaktadırlar. Yeni teknolojilerin bazıları mevcut teknolojilerden tamamen bağımsızdır. Endüstrinin gelecek yönünü temsil eden resmi bir teknoloji yol haritası henüz sunulmamıştır; çünkü endüstri teknolojik geçiş periyodundadır ve yeni teknolojilerin çoğu gelişmeleri halen başlangıç aşamasındadır (Gedsri, 2005).

İki uzman paneli oluşturulmuştur. UP-1, endüstri, akademi ve hükümeti temsil eden 12 üyeden oluşmaktadır. Görevleri, VP, CTO, mühendislik yöneticisi, üst teknik ekip, araştırma mühendisi ve profesör arasında değişmektedir. UP-2, ArGe yi, teknoloji sağlamayı, teknoloji uygulamayı, montajı ve imalat bölümünü temsil eden şirket genelinden gelen 8 üye oluşturmaktadır.

Şirketteki uzman grubu, teknoloji değerlendirme için amaçlarını "bilgisayar sunucuları için yeni termal platform geliştirme ile teknolojik rekabetçilik kazanma" olarak tanımlamışlardır.

Yeni tarihli literatürden 13 yeni elektronik soğutma teknolojisi tanımlanmış ve UP-1 uzmanlarına OEM lerde yürütölmelerinin uygulugunu tahmin etmeleri için gönderilmiştir. Delphi çalışmasının birinci turunda4 yeni teknoloji, uzmanlardan tarafından eklenmiştir.

UP-1 uzmanları, 17 teknolojiden 16 sınıf, 2010 yılı itibari ile OEM lerin uygulamasına hazır olduğunu belirlemişlerdir. Her bir teknolojinin ortaya çıkma zamanı üzerindeki grup kararı şu şekilde tanımlanmaktadır: belirli teknolojinin uygulanmaya hazır olduğuna uzmanların %50 si karar verdiği zamandır.

Uzmanlar ayrıca teknolojik metriklerle ilgili tahminlerini de çalışma için sunmuşlardır. Yedi kriter ve bu kriterlerle ilgili faktörler çizelge 4.6 da yer almaktadır.

Uzmanlar, her bir kriter ve faktör için karşılaştırmalı yargılarını sağlamışlardır. Girdiler, kriterlerin göreceli önceliğini ve her bir kriter ile ilgili faktörlerin göreceli önemini belirlemek için analiz edilmiştir. Sonuçlar, yedi kriter arasında uzmanların

performans, güvenilirlik ve teknolojik rekabetçiliği sürdüren ekonomik yön üzerinde vurgu yaptıkları görülmüştür.

Çizelge 4.6 :Hiyerarşik yapı.

Amaç	Kriterler	Faktörler
Bilgisayar sunucuları için yeni termal platformunun geliştirilmesi ile teknolojik rakebetçilik kazanma	C1: Performans	F11: Isı kaldırma akısı
		F21: Termal rezistans
		F31: Sıcaklık kontrol edilebilirliği
	C2: Geometrik	F12: Yükseklik
		F22: Temel alan
		F32: Ağırlık
		F42: Isı ulaşım mesafesi
	C3: Güvenilirlik	F13:Sürekli operasyon
		F23: Elverişsiz çevre koşulları altında dayanıklılık
		F33: Fazla çalışmada performans % si
		F43: Başlangıçta ısınma periyodu uzunluğu
	C4: Ekonomik	F53: Yaşam süresi
		F14: Isıtma sistemi için güç tüketimi
		F24: Fabrikasyon maliyeti
	C5: Çevresel uygunluk	F34: Servis maliyeti
		F15: Toksik kontrol
	C6: Hizmete elverişlilik ve bakım	F25: Sıcaklık kontrolü
		F16: Kurulum&bakım karmaşıklığı
	C7: Esneklik	F26: Bileşenlerin yer değiştirilebilirliği
		F17: Fiziksel küflenebilirlik
		F27: Ölçeklenebilirlik
		F37: Güncellenebilirlik

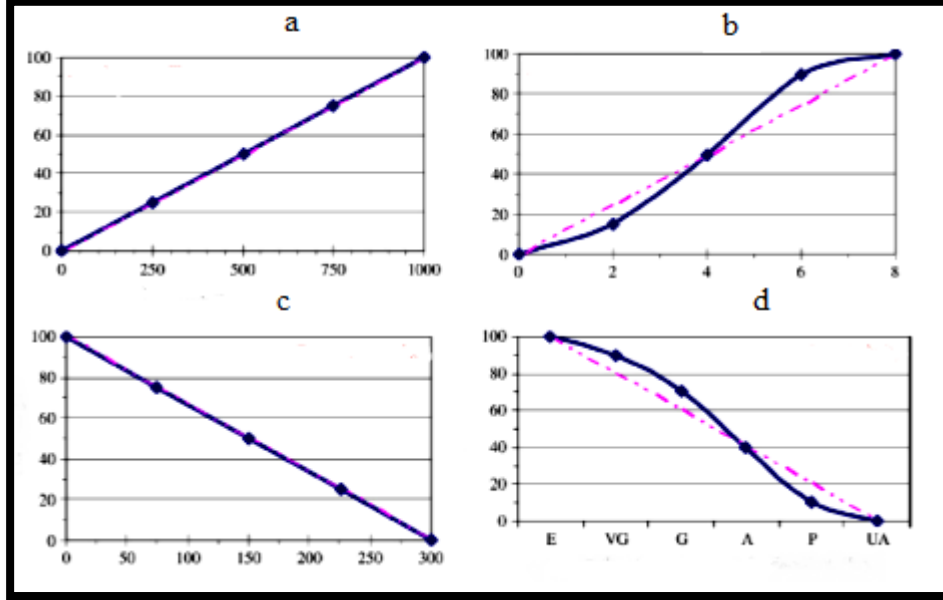
Her bir faktörün teknolojik metrikleri için şirketin tercihlerini temsil eden çekicilik eğrileri geliştirilmiştir. Örnek çekicilik eğrileri şekil 4.7 de yer almaktadır.

Her bir teknoloji, kendi teknolojik metriklerinin şirketin çekicilik seviyesini ne kadar iyi karşıladığının, faktörlerin göreceli öneminin ve kriterlerin göreceli önceliğinin hesaplanması ile her bir zaman periyodunda değerlendirilmiştir.

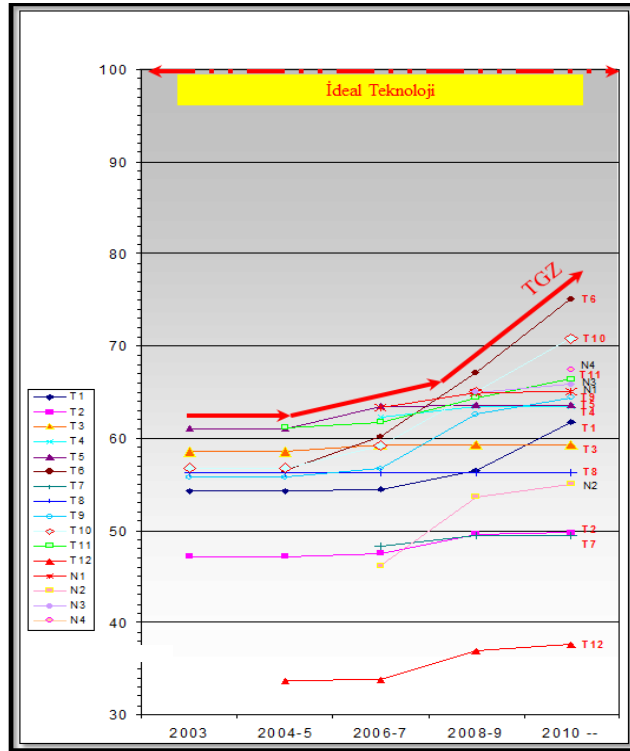
Elektronik soğutma teknolojilerinin gelecek gelişimi hakkında stratejik bilgi, alandaki teknoloji geliştiricileri grubundan elde edilmiştir. 2004-2010 yılları arasında 16 teknoloji, potansiyel teknolojiler olarak eklenmiştir. Her bir teknolojinin gelişim ilerlemesi, uzmanlar tarafından belirlenen periyotta 22 faktör doğrultusunda tahmin edilmiştir.

2004-2010 yılları arasında her bir iki yıllık periyotta 16 teknolojinin değerlendirme sonuçlarının birleştirilmesiyle 16 teknolojinin teknoloji değerlerindeki değişiklikler şekil 4.8 deki TGZ şemasında gösterilmektedir. Teknoloji değerlendirme sonuçlarından, 2003 yılındaki T5, 2004-2005 arasında T11, 2006-2007 arasında N1

in ve 2008-2010 arasında T6 teknolojilerini bağlayan teknoloji gelişim zarfı elde edilebilmektedir. Bu zaman periyotlarında bu dört teknoloji en yüksek değere sahiptir.



Şekil 4.7 :Çekicilik eğrileri (a.Isı kaldırma akısı, b.Yaşam süresi, c.Fabrikasyon maliyeti, d.Güncelleme).



Şekil 4.8 :TGZ şeması.

T6 teknoloji değeri, bu teknolojinin gelişmesi devam ettikçe zaman içerisinde belirgin olarak yükselecektir. Bu teknoloji, dominant bir teknoloji haline gelecektir. T6 teknolojisinin ısı giderme kapasitesinin güncel soğutma teknolojinin kapasitesinden 13 kere yüksek olacağı tahmin edilmektedir. N3 ve N4 teknolojilerinin on yılın sonunda uygulanmaya hazır olmaları beklenmektedir. N3 çevre dostu olması nedeniyle çekici bir teknoloji iken N4 güç gerektirmeden işlem görmesi nedeniyle çekicidir.

4.6.3 Hizmet sektörü TGZ uygulaması

Martin ve Daim (2012) çalışmalarında, entegre edilmiş bir ürün-servis yol haritasının oluşturulması için bir sistem sunmaktadır. Araştırma aktivitelerinin, market ve iş yönlendiricilerinin analiz edilmesi ile bu yol haritası, genel teknoloji alanındaki boşlukları belirlemektedir. Bu çalışma, teknoloji madenciliği, analitik hiyerarşi prosesi ve teknoloji yol haritalama metotlarını birleştirmektedir.

Üç uzman paneli kullanılmaktadır. İlk uzman grubu geliştirmekte olan teknolojileri tanımlayacak ve teknoloji yol haritasının alt seviyelerini oluşturmaktadır. İkinci grup iş ve market yönlendiricilerini tanımlamaktadır. Üçüncü grup boşlukları belirleyebilmek için öngörülen geliştirmekte olan teknolojileri üsümlere ve hizmetlere eşleştirmektedir. Bu üç grubun entegrasyonu “inovasyon ağını” oluşturacaktır. Bu ağ, araştırma, uygulama ve ticarileştirme aşamaları boyunca teknolojiyi temsil edecektir.

Uzman paneli 1 (teknoloji geliştiricileri), seçilen teknolojilerin geliştirilmesine dahil olan ya da bu teknolojilerle ilgili bilgi erişimi bulunan teknoloji uzmanlarını temsil etmektedir. Bu panel, seçilen endüstriyi destekleyecek geliştirmekte olan teknolojilerin bir listesini geliştirecektir. Geliştirmekte olan teknolojileri, bağımlılıklarını ve kullanılabilirlik zamanlarını öngörecektir. Herbir tanımlanmış teknoloji için teknoloji metriklerini tahmin edecektir.

Uzman paneli 2 (teknoloji servis sağlayıcıları), üst düzey yöneticiler ve sağlık alanındaki klinik mühendislerinden oluşacaktır. Bu panelin rolü, yol haritası zamanı boyunca iş/market yönlendiricilerinin, ürünlerin/hizmetlerin özelliklerinin, her bir özellik için çekiciliğin belirlenmesidir. Organizasyonel misyona göre amaçların, her bir amaçla ilgili hizmet girişimlerinin ve her bir servisle ilgili teknoloji özelliklerinin değerlerinin belirlenmesi için karşılaştırma ikililerinin kullanılmasıdır.

İlk aşamada anahtar teknolojilerin ve anahtar kelimelerin önceden tanımlanmış listesi kullanılmaktadır. Bu aşama araştırmacı tarafından gerçekleştirilmektedir. Amaç her bir yol haritası zaman aralığı için teknolojilerin tek sayfa özetlerinin bir araya getirilmesidir.

İkinci adımın amacı yol haritasının her bir aralığı boyunca kullanılabilir durumda olan teknolojilerin belirlenmesidir. Bu aşama TGZ metoduna benzer bir yaklaşım kullanılmaktadır. Teknoloji geliştiricilerinden bilginin elde edilebilmesi için çok turlu Delphi prosesini kullanılmaktadır.

Üçüncü aşamada teknoloji geliştiricileri her bir teknoloji için teknoloji metriklerini tanımlamaktadır. Bu metrikler, daha sonra yarı mutlak çekicilik değerine dönüştürülebilecek olan, her bir teknoloji değerlerini tahmin etmektedir. Bu teknolojileri değerlendirmek için TGZ modelinde sunulmuş olan bir metottur.

Dördüncü aşamada araştırmada kullanılacak iş/market yönlendiricileri belirlenmektedir. Uzman paneli 2 deki uzmanlarla yapılan istişare ile bu bilgiler belirlenmektedir. Amaçlar ve hizmet girişimleri yine bu grup belirlemektedir.

Her bir teknolojinin iş ya da market yönlendiricileri ile ilgili etkilerinin belirlenmesi için bu aşamada hiyerarşik bir model geliştirilmektedir. Bu model hiyerarşisi, misyon, amaçlar, hizmet girişimleri ve özelliklerden oluşacaktır.

Uzman paneli 2 üyeleri, her bir özellik için çekicilik metriklerini belirlenmektedir. Bu aşama TGZ metodolojisindeki gibi gerçekleştirilmektedir.

Her bir teknoloji ve hizmet girişimi arasındaki ilişkiyi değerlendirmektedir. Bu aşama teknolojilerin nerede en fazla organizasyonel değer oluşturduğunun belirlenmesini sağlamaktadır.

Hiyerarşik modelden gelen sonuçlar, TYH nin son halinin oluşturulması için kullanılmaktadır.

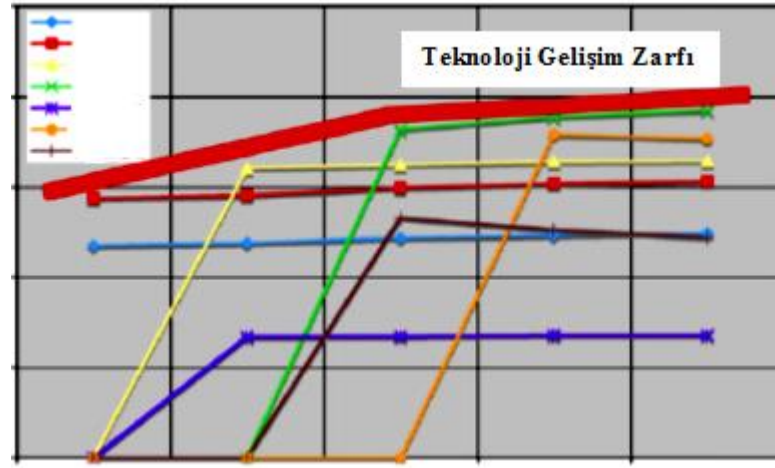
4.6.4 Değer güdümlü teknoloji yol haritası uygulaması

Fenwick ve diğ. (2009) çalışmalarında, Google Checkout'u (web tabanlı alışveriş kartı hizmeti), önümüzdeki birkaç yıl boyunca e-ödeme hizmetinin nerede ve nasıl olacağını tahmin etmeye yardımcı olacak değer güdümlü teknoloji yol haritası prosesinin kullanımı ile ilgili örnek olarak ele almışlardır.

Delphi ikili karşılaştırma modeli, potansiyel güvenlik teknoloji adayları için uygulanmıştır. Bu adımın amacı müşteri kriterleri ve dış çevresel değişkenler karşısında teknolojilerin karşılaştırılması için kullanılacak olan ağırlıklandırmaları sağlamaktır. Yedi aday güvenlik teknolojisi belirlenmiştir.

Dış faktöre dayanarak her bir zaman periyodu için en iyi teknolojinin seçilmesi amacıyla AHP kullanan bir hiyerarşik karar verme modeli kullanılmıştır.

AHP ile elde edilen sonuçlar Teknoloji Gelişim Zarfı grafiğinin oluşturulması için kullanılmıştır. Her bir zaman diliminde en üst seviyede olan teknoloji, o zaman dilimi içerisindeki çözümlere ya da hizmetlere en uygun olan teknolojidir. Güvenlik teknolojileri için TGZ şekil 4.9 da yer almaktadır.



Şekil 4.9 :Güvenlik teknolojileri TGZ.

5. TEKNOLOJİ GELİŞİM ZARFI UYGULAMASI

Uygulamanın amacı, literatür taraması ile elde edilen bilgilerin, çalışma kapsamı olarak seçilen alanı temsil eden modelde kullanılması ile Teknoloji Gelişim Zarfı metodolojisinin etkinliğini ve sağladığı avantajları göstermektir. Uygulamada konu olarak aydınlatma teknolojileri seçilmiştir. Bu uygulama ile elde edilecek olan aydınlatma teknolojisinin optimum gelişim yolu doğrultusunda yatırım kararının belirlenmesi amaçlanmaktadır.

5.1 Uygulama Yapılan Bölüm Tanıtımı

Teknoloji Gelişim Zarfı uygulaması bir otomotiv firmasının gövde üretim bölümünde gerçekleştirilmiştir.

Gövde üretim bölümü bu firmanın en büyük üretim atölyesidir. 80000 metre kare kapalı alana sahip olan bu büyük atölyede dört üretim hattı bulunmaktadır.

Gövde üretim bölümünde yalın üretim temelleri altında çalışmalar gerçekleştirilmektedir. Yalın üretim gereğince hedeflerle yönetim ilkesi benimsenmiştir. Her senenin sonunda bir sonraki senenin hedefleri, iş sağlığı&güvenliği, kalite, teslimat, maliyet, insan ve çevre metrikleri için belirlenmektedir.

Elektrik tüketimi, maliyet ve çevre metriklerinde ortak olarak yer alan bir gösterge olarak takip edilmektedir. Elektrik tüketimi kısıtlımı incelendiğinde, aydınlatma sisteminin enerji tüketiminin %35-%40 ını oluşturduğu belirlenmiştir.

Hedeflerle yönetim ilkesi gereğince her sene enerji tüketiminin azaltılması yönünde sıkı hedefler verilmektedir. Verilen sıkı hedefler, mevcut aydınlatma sisteminde yaşanan aksaklıklar ve yetersizlikler, bu alanda yatırım yapılmasını zorunluluk haline getirmiştir.

Yatırım kararının belirlendiği stratejik planlama sürecine teknoloji boyutunun dahil edilmesi, şirkete teknolojik rekabetçilik gücünün kazandırılması ve güncellenebilme,

esneklik gibi güçlü yönlerle sahip olması nedenleriyle Teknoloji Gelişim Zarfı metodolojinin uygulanılmasına karar verilmiştir.

5.2 Uygulama Ekibinin Oluşturulması

Uzman Grubu-1, teknolojilerin çeşitli zaman periyotlarındaki gelişimleri hakkında bilgiyi sağlayan teknoloji geliştiricilerinden oluşan bir gruptur. Bu grup için aydınlatma sektöründe öne çıkan dört farklı şirketten katılıcı seçilmiştir.

Uzman Grubu 2, hiyerarşik modeli kuran, kriterlerin ve faktörlerin göreceli önemlerini belirleyen ve teknolojinin atölyedeki sistemini kuracak olan teknoloji uygulayıcılarından oluşan bir gruptur. Bu grup atölyenin bakım ve yeni projeler otomasyonundan sorumlu yedi bakım mühendisinden oluşturulmuştur.

5.3 Uygulama Süreci

Aydınlatma alanında teknolojilerin ve radikal inovasyonların hangi doğrultuda gittiğinin belirlenmesi ve bu teknolojilerin stratejik hedeflere uyumunun belirlenmesi için TGZ süreci uygulanmıştır.

5.3.1 Teknoloji öngörümü

Mevcut durumda kullanılmakta olan ve gelişmekte olan beş teknoloji tanımlanmış, bu teknolojilerin gelişim aşamaları ve fiziksel özellik bilgilerinin elde edilebilmesi için teknoloji geliştirilmesine gönderilmiştir.

Teknoloji listesine iki yeni teknolojiyi de teknoloji geliştirileri eklemiştir.

Çizelge 5.1 :Teknoloji listesi.

Kod	Mevcut ve Gelişmekte Olan Teknoloji Listesi
T1	Normal akkor flamanlı lamba
T2	Halojen akkor flamanlı lamba
T3	Tüp floresan lamba
T4	Kompakt floresan lamba
T5	Metal halojenür lamba
T6	LED
T7	OLED

5.3.1.1 Teknoloji alternatifleri

Akkor lambada, ışık bir tungsten telin üzerinden akım geçmesiyle üretilmektedir. Akkor lambalardaki tungsten filamentlerinin çalışma sıcaklığı 2700 K'dır. Bu nedenle ana emisyon kızılötesi bölgede meydana gelmektedir (Url-1).

Tungsten halojen lambalar, akkor lambalardan türetilmiştir. Lambanın içinde halojen gazı, filamentin buharlaşmasını sınırlandırmakta ve buharlaşan tungsteni filamente dönüştürmektedir. Bu süreç halojen çevrimi olarak adlandırılmaktadır (Url-1).

Floresan lamba, düşük basınçlı bir gaz boşaltım ışık kaynağıdır. Işık ağırlıklı olarak, cıvadaki boşaltım yoluyla üretilen ultraviyole radyasyon tarafından aktive edilen floresan tozu ile üretilmektedir (Url-1).

Kompakt floresan lamba (CFL), floresan lambanın kompakt bir çeşididir. Toplam uzunluk azaltılmıştır ve boru şeklindeki boşaltma borusu genellikle 2-6 parmak ya da bir spiral şeklinde katlanır (Url-1).

Cıva buharlı lambaların ışık verimlerini arttırmak için boşaltma tübünün doldurulmasına metal bileşenlerin karışımlarının eklenmesi ile elde edilmiştir. Bu eklentiler, çok çeşitli ışık renginin elde edilmesini sağlamaktadır. Yeterli buhar basıncı için temel metal yerine metal halojenürlerin kullanımı daha faydalı olmaktadır (Url-1).

Işık yayan diyot (LED), enerji verildiği zaman görülebilir bir ışık yayan diyottur. İleri öngerilimli bir p-n jonksiyonunda, yapı içerisinde ve temelde jonksiyon yakınlarında elektronlar ve delikler yeniden birleşir. Bu yeniden birleşme, bağlanamayan serbest elektronun taşıdığı enerjinin başka bir enerji durumuna transferini gerektirir. Tüm yarı iletken p-n jonksiyonlarında bu enerjinin bir bölümü ısı, geri kalan bölümü ise ışık şeklinde yayılır (Boylestad ve Nashelsky, 2000).

Organik ışık yayan diyot (OLED), geniş alanlara özel yüksek verimli ışık kaynaklarını vaat etmektedir. OLED'in temel malzemeleri, karbon kimyasının ürünleridir. OLED, iki metal bağlantı arasında sandviç konumuna getirilmiş bir ya da birden fazla organik salıcı malzemeden oluşmaktadır (Url-1).

5.3.2 Teknoloji karakterizasyonu

Teknolojilerin değerlendirilmesinde bölümün amacı ekip üyeleri tarafından “Aydınlatma sistemlerinde teknolojik rekabetçilik kazanmak ve sürdürmek” olarak tanımlanmış ve üst yönetim tarafından bu amaç doğrulanmıştır. Bu amaca ulaşabilmek için kriterler ve teknolojik faktörler belirlenmiştir. Kriterlerin ve teknolojik faktörlerin açıklaması çizelge 5.2 de yer almaktadır.

Nicel metrikler için sayısal değerler elde edilmiştir. Her bir nitel faktör için ise 5 puanlı ölçekler oluşturulmuştur. 5 puanlı ölçek açıklamaları çizelge 5.3 de yer almaktadır. Çekicilik eğrilerinin oluşturulmasında kullanılmak üzere her bir faktörün sınır değerleri belirlenmiştir.

5.3.3 Teknoloji Değerleme

Bu adımda yeni teknolojiler etkinlik ölçümlerine dayanarak değerlendirilmektedir. Uzmanlardan, teknolojik faktörlere göre tanıdık oldukları her bir yeni teknolojinin etkinlik ölçüm değerlerini sağlamaları istenmiştir. Bu amaçla çizelge 5.4 deki teknoloji gelişim anketi teknoloji geliştiricilerine gönderilmiştir. Teknoloji geliştiricileri, teknolojilerin gelecekteki gelişimlerini göz önünde bulundurarak teknoloji metrikleri ile ilgili tahminlerini mevcut durum, 2013-2020 ve 2020-2030 zaman aralıkları için sunmuşlardır. Bu tahmin sonuçları sırasıyla çizelge 5.5, 5.6 ve 5.7 de gösterilmektedir.

5.3.4 Hiyerarşik Modelleme

Hiyerarşik model, amaç, kriterler, teknolojik faktörler ve teknoloji verimlilik ölçümleri olmak üzere dört seviyeli kurulmuştur. Bu çalışmada hiyerarşik karar verme süreci olarak Analik Ağ Prosesi (AAP) kullanılmıştır.

AAP, AHP yönteminin genelleştirilmiş halidir (Saaty, 1996). En yaygın kullanılan çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan AHP, bir problemi çeşitli seviyelere ayırmakta ve hiyerarşideki her bir karar bileşeninin bağımsız olduğunu varsaymaktadır (Saaty, 1980). AAP yöntemi, bağımlılık ve geri bildirimler ile birlikte daha karmaşık ilişkilerin kurulmasına imkan vermektedir. AHP deki hiyerarşi bir ağ yapısı ile yer değiştirmektedir (Lee ve diğ., 2009).

Çizelge 5.2 :Teknoloji faktörleri ve açıklamaları.

Kriterlerin ve Her Bir Kriterle İlişkili Teknolojik Faktörlerin Açıklaması		
Kriter 1:	Maliyet Etkinliği	
Tanım:	Aydınlatma sistemlerinin genel harcamaları	
Performans kriterleri ile ilişkili faktörler		Ölçü birimi
F11:	Ampul Fiyatı	TL
Tanım:	Atölye içi aydınlatma kullanılacak aydınlatma ekipmanının maliyeti	
F12:	Kurulum Maliyeti	TL
Tanım:	Aydınlatma sisteminin kurulumu için işçilik ve malzeme maliyeti	
F13:	Yıllık Enerji Maliyeti	TL
Tanım:	Aydınlatma sisteminin yıllık tükettiği enerji maliyeti	
F14:	Yıllık İşletim Maliyeti	TL
Tanım:	Yıllık ballast/driver değiştirme, ampül değiştirme, bakım (temizlik-kontrol) maliyetleri	
Kriter 2:	Performans (Aydınlatma Tasarımı)	
Tanım:	Atölye içi aydınlatma kullanılacak aydınlatma sisteminin tasarımı	
Performans kriterleri ile ilişkili faktörler		Ölçü birimi
F21:	Işık Verimi	Lumen/Watt
Tanım:	Şebekeden çekilen elektrik enerjisinin ışığa dönüşme oranı	
F22:	Armatür Işık Düşüş Oranı	%
Tanım:	Işık verim eğrilerindeki düşüş oranı	
F23:	Ampül Ömrü	Saat
Tanım:	Aydınlatma sistemi ekipmanlarının çalışma koşulları doğrultusundaki ömrü	
Kriter 3:	Çevresel Etki	
Tanım:	Atölye içi aydınlatma kullanılacak aydınlatma sisteminin çevreye etkisinin değerlendirilmesi	
Performans kriterleri ile ilişkili faktörler		Ölçü birimi
F31:	Kurulu Güç	KW
Tanım:	Aydınlatma sistemlerinin çalıştırılması için gerekli güç	
F32:	Yıllık CO2 Salınımı	Gram
Tanım:	Çevre üzerindeki sera etkisini azaltmak için sistemin CO2 salınımlarının ölçülmesi	
F33:	Yıllık Enerji Tüketimi	KWH
Tanım:	Aydınlatma sistemini çalıştırma maliyeti	
Kriter 4:	Sistem Tasarımı	
Tanım:	Sistemin karmaşıklık, gelecekteki gelişimler ve mevcut kısıtlar doğrultusunda değerlendirilmesi	
Performans kriterleri ile ilişkili faktörler		Ölçü birimi
F41:	Teknolojik Karmaşıklık	5 puanlı ölçek
Tanım:	Teknoloji karmaşıklığı ,işletim sırasında problemlere neden olabilir	
F42:	Ekipmanların Mevcudiyeti	5 puanlı ölçek
Tanım:	Bazı ekipmanlar yüksek miktarda kullanımlar için pahalı olabilir	
F43:	Malzeme Mevcudiyeti	5 puanlı ölçek
Tanım:	Bazı malzemelerin edinilmesi ve kullanılması mali vb. açılardan zor olabilir.	
F44:	Teknoloji Gelişim Aşaması	5 puanlı ölçek
Tanım:	Teknolojiler arasında geçişte teknoloji gelişim aşaması önemli rol oynamaktadır.	
Kriter 5:	Servis ve Bakım	
Tanım:	Kurulum, bakım ve ekipmanların yer değiştirebilme kolaylığının değerlendirilmesi	
Performans kriterleri ile ilişkili faktörler		Ölçü birimi
F51:	Kurulum ve bakım karmaşıklığı	5 puanlı ölçek
Tanım:	Kolay kurulum ve bakım derecesi	
F52:	Yer değiştirebilme	5 puanlı ölçek
Tanım:	Benzer ya da farklı sistem türlerindeki benzer ekipmanlarla yer değiştirilebilme derecesi	

Çizelge 5.3:5 puanlı ölçek açıklamaları.

Faktörler	5 puanlı ölçek	Açıklama
F41: Teknolojik Karmaşıklık	Mükemmel (M)	Sistem karmaşık değil, işletim sırasında sorun çıkmıyor, bakımı kolay.
	Çok iyi (Çİ)	Sistem çok karmaşık değil, işletim sırasında sorun çıkmıyor, bakımı kısmen kolay.
	İyi (İ)	Sistem çok karmaşık değil, işletim sırasında sorun çıkabiliyor, bakımı kısmen kolay.
	Kabul edilebilir (K)	Sistem kısmen karmaşık, işletim sırasında sorun çıkabiliyor, bakımı kolay değil.
	Zayıf (Z)	Sistem karmaşık, işletim sırasında sorun çıkabiliyor, bakımı kolay değil.
	Kabul edilemez (KE)	Sistem çok karmaşık, işletim sırasında sorun çıkıyor, bakımı kolay değil.
F42: Ekipmanların Mevcudiyeti	Mükemmel (M)	Sistem bileşenlerine genellikle ulaşılabilir .
	Çok iyi (Çİ)	Sistem bileşenlerine bazı firmalardan ulaşılabilir .
	İyi (İ)	Sistem bileşenlerine uzmanlaşmış firmalardan ulaşılabilir .
	Kabul edilebilir (K)	Sistem bileşenlerine sadece üretici firmadan ulaşılabilir .
	Zayıf (Z)	Sistem bileşenlerine sadece üretici firmaya üretirebilirse ulaşılabilir .
	Kabul edilemez (KE)	Sistem bileşenlerine ulaşamaz.
F43: Malzeme Mevcudiyeti	Mükemmel (M)	Sistem için gerekli malzemelere düşük maliyetle kolaylıkla ulaşılabilir.
	Çok iyi (Çİ)	Sistem için gerekli malzemelere yüksek maliyetle kolaylıkla ulaşılabilir.
	İyi (İ)	Sistem için gerekli malzemelere düşük maliyetle kısmen ulaşılabilir.
	Kabul edilebilir (K)	Sistem için gerekli malzemelere yüksek maliyetle kısmen ulaşılabilir.
	Zayıf (Z)	Sistem için gerekli malzemelere düşük maliyetle kolaylıkla ulaşamaz.
	Kabul edilemez (KE)	Sistem için gerekli malzemelere yüksek maliyetle kolaylıkla ulaşamaz.
F44: Teknoloji Gelişim Aşaması	Mükemmel (M)	Teknolojide büyük bir boşluk bulunmaktadır; daha da geliştirilmesi gerekmektedir; bu nedenle yeni ArGe projeleri için araştırma konusudur.
	Çok iyi (Çİ)	Teknolojide boşluk bulunmaktadır; daha da geliştirilmesi gerekmektedir; bu nedenle yeni ArGe projeleri için araştırma konusu olabilir.
	İyi (İ)	Teknolojide az boşluk bulunmaktadır; geliştirilmesi gerekmektedir; bu nedenle yeni ArGe projeleri için araştırma konusu olabilir.
	Kabul edilebilir (K)	Teknolojide boşluk bulunmamaktadır; ancak yayılımı için kısmen geliştirilmesi gerekmektedir.
	Zayıf (Z)	Teknolojinin geliştirilmesi için bir buluşa ihtiyacı vardır.
	Kabul edilemez (KE)	Teknoloji sınırlarına ulaşmıştır; daha fazla geliştirilememektedir.
F51: Kurulum ve bakım karmaşıklığı	Mükemmel (M)	Sistemin kurulumu kolaydır; bakımından sorumlu personelin bilgisi, tecrübesi ve yetkinliği yeterlidir.
	Çok iyi (Çİ)	Sistemin kurulumu kolaydır; bakımından sorumlu personelin bilgisi, tecrübesi ve yetkinliği kısmen yeterlidir.
	İyi (İ)	Sistemin kurulumu zordur; bakımından sorumlu personelin bilgisi, tecrübesi ve yetkinliği yeterlidir.
	Kabul edilebilir (K)	Sistemin kurulumu kolaydır; bakımından sorumlu personelin bilgisi, tecrübesi ve yetkinliği kısmen yeterlidir.
	Zayıf (Z)	Sistemin kurulumu zordur; bakımından sorumlu personelin bilgisi, tecrübesi ve yetkinliği kısmen yeterlidir.
	Kabul edilemez (KE)	Sistemin kurulumu zordur; bakımından sorumlu personelin yetiştirilmesi gerekmektedir.
F52: Yer değiştirebilme	Mükemmel (M)	Ekipmanlar, çeşitli firmalardaki ekipmanlarla değiştirilebilmektedir.
	Çok iyi (Çİ)	Ekipmanlar, bazı firmalardaki ekipmanlarla değiştirilebilmektedir.
	İyi (İ)	Ekipmanlar, az sayıda firmalardaki ekipmanlarla değiştirilebilmektedir.
	Kabul edilebilir (K)	Ekipmanlar, sadece orijinal firmadaki ekipmanlarla değiştirilebilmektedir.
	Zayıf (Z)	Ekipmanlar, sadece orijinal firmadaki ekipmanlarla yeniden tasarım yoluyla değiştirilebilmektedir.
	Kabul edilemez (KE)	Ekipmanlar, başka ekipmanlarla değiştirilemez.

Çizelge 5.4 :Teknoloji Gelişim Zarfı Anketi.

Teknoloji	Faktörler	Ölçü Birimi	ZAMAN PERİYODU			YORUMLAR
			MEVCUT DURUM	2013-2020	2020-2030	
Normal akkor flamanlı lamba	F11: Ampul Fiyatı	TL				
	F12: Kurulum Maliyeti	TL				
	F13: Yıllık Enerji Maliyeti	TL				
	F14: Yıllık İşletme Maliyeti	TL				
	F21: Işık Verimi	LUMEN/WA				
	F22: Armatür Işık Düşüş Oranı	%				
	F23: Ampül Ömrü	SAAT				
	F31: Kurulu Güç	KWH				
	F32: Yıllık CO2 Salınımı	GRAM				
	F33: Yıllık Enerji Tüketimi	KWH				
	F41: Teknolojik Karmaşıklık	5 puanlı ölçek				
	F42: Ekipmanların Mevcudiyeti	5 puanlı ölçek				
	F43: Malzeme Mevcudiyeti	5 puanlı ölçek				
	F44: Teknoloji Gelişim Aşaması	5 puanlı ölçek				
	F51: Kurulum ve bakım karmaşıklığı	5 puanlı ölçek				
	F52: Yer değiştirebilme	5 puanlı ölçek				

Çizelge 5.5:Mevcut durum teknoloji değerlendirme.

Kriterler	Faktörler	Ölçü Birimi	Teknolojiler						
			T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Maliyet	F11: Ampul Fiyatı	TL	2	4	7	17	43	91	1360
	F12: Kurulum Maliyeti	TL	450.000	500.000	800.000	750.000	600.000	1.800.000	2.000.000
	F13: Yıllık Enerji Maliyeti	TL	2.100.000	2.500.000	700.000	610.000	1.100.000	440.000	600.000
	F14: Yıllık İşletme Maliyeti	TL	2.000.000	1.700.000	750.000	632.000	1.200.000	615.000	630.000
Performans (aydınlatma tasarımı)		LUMEN/WA							
	F21: Işık Verimi	TT	15	30	105	85	110	78	52
	F22: Armatür Işık Düşüş Oranı	%	25	20	15	10	50	30	35
	F23: Ampül Ömrü	SAAT	1000	4000	16000	12000	12000	100000	10000
Çevresel Etki	F31: Kurulu Güç	KWH	1000	2000	580	520	930	300	500
	F32: Yıllık CO2 Salınımı	GRAM	7000	6500	2000	1860	4200	1300	1300
	F33: Yıllık Enerji Tüketimi	KWH	9.000.000	8.300.000	4.500.000	3.950.000	7.035.000	2.845.000	3.950.000
	F41: Teknolojik Karmaşıklık	5 puanlı ölçek	M	M	Çİ	İ	Çİ	Z	KE
Sistem Tasarımı	F42: Ekipmanların Mevcudiyeti	5 puanlı ölçek	M	M	Çİ	İ	İ	K	KE
	F43: Malzeme Mevcudiyeti	5 puanlı ölçek	M	M	İ	İ	K	Z	KE
	F44: Teknoloji Gelişim Aşaması	5 puanlı ölçek	KE	K	K	İ	K	M	M
	F51: Kurulum ve bakım karmaşıklığı	5 puanlı ölçek	M	M	İ	İ	İ	Z	KE
Bakım	F52: Yer değiştirebilme	5 puanlı ölçek	K	K	İ	İ	Çİ	K	Z

AHP deki ilişkiler daha alt seviyelerdeki elemanlara doğru yönlenmiştir. Bir ağ ise, bir kümedeki elemanların diğer kümedeki elemanlara bağlandığı (dış bağımlılık) veya aynı kümedeki elemanlara bağlandığı (iç bağımlılık) kümelerden oluşmaktadır (Saaty, 1996).

AAP, dört temel adımda oluşturulmaktadır (Lee ve diğ., 2009). Adım 1 de (model kurulumu, problem, bileşenlerin düğümlere karşılık geldiği bir ağa ayrıştırılır. Bir bileşendeki elemanlar, diğer bir bileşenin bazı ya da bütün elemanları ile etkileşimde olabilir. Ayrıca aynı bileşenin elemanları arasında da ilişki bulunabilir. Bu ilişkiler, yönleri de içerecek şekilde oklarla gösterilir.

Çizelge 5.6:2013-2020 teknoloji değerlendirme.

Kriterler	Faktörler	Ölçü Birimi	Teknolojiler						
			T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Maliyet Etkinliği	F11: Ampul Fiyatı	TL	2	4	6	13	30	46	680
	F12: Kurulum Maliyeti	TL	450.000	500.000	750.000	700.000	550.000	1.350.000	1.500.000
	F13: Yıllık Enerji Maliyeti	TL	2.100.000	2.375.000	665.000	549.000	1.045.000	330.000	450.000
	F14: Yıllık İşletme Maliyeti	TL	2.000.000	1.615.000	712.500	568.800	1.140.000	461.250	472.500
Performans (aydınlatma tasarımı)		LUMEN/WA							
	F21: Işık Verimi	TT	15	30	105	95	115	164	120
	F22: Armatür Işık Düşüş Oranı	%	25	20	15	10	40	27	32
	F23: Ampül Ömrü	SAAT	1000	4000	16000	16000	12000	120000	100000
Çevresel Etki	F31: Kurulu Güç	KWH	1000	1900	550	500	900	280	400
	F32: Yıllık CO2 Salınımı	GRAM	7000	6400	1800	1700	4000	1200	1200
	F33: Yıllık Enerji Tüketimi	KWH	9.000.000	7.885.000	4.275.000	3.555.000	6.683.250	2.133.750	2.962.500
	F41: Teknolojik Karmaşıklık	5 puanlı ölçek	M	M	Çİ	İ	Çİ	İ	K
Sistem Tasarımı	F42: Ekipmanların Mevcudiyeti	5 puanlı ölçek	M	M	M	Çİ	M	İ	K
	F43: Malzeme Mevcudiyeti	5 puanlı ölçek	M	M	Çİ	Çİ	İ	K	K
	F44: Teknoloji Gelişim Aşaması	5 puanlı ölçek	KE	KE	KE	İ	KE	M	M
	F51: Kurulum ve bakım karmaşıklığı	5 puanlı ölçek	M	M	Çİ	İ	İ	Z	Z
Bakım	F52: Yer değiştirebilme	5 puanlı ölçek	İ	İ	Çİ	İ	Çİ	K	Z

Çizelge 5.7:2020-2030 teknoloji değerlendirme.

Kriterler	Faktörler	Ölçü Birimi	Teknolojiler						
			T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Maliyet Etkinliği	F11: Ampul Fiyatı	TL	2	3	5	9	20	23	204
	F12: Kurulum Maliyeti	TL	450.000	500.000	700.000	650.000	500.000	720.000	1.200.000
	F13: Yıllık Enerji Maliyeti	TL	2.100.000	2.250.000	630.000	518.500	990.000	220.000	150.000
	F14: Yıllık İşletme Maliyeti	TL	2.000.000	1.530.000	675.000	537.200	1.080.000	307.500	157.500
Performans (aydınlatma tasarımı)		LUMEN/WA							
	F21: Işık Verimi	TT	15	30	105	110	120	266	192
	F22: Armatür Işık Düşüş Oranı	%	25	20	15	10	30	26	30
	F23: Ampül Ömrü	SAAT	1000	4000	16000	16000	12000	150000	160000
Çevresel Etki	F31: Kurulu Güç	KWH	1000	1800	500	450	850	200	175
	F32: Yıllık CO2 Salınımı	GRAM	7000	6400	1500	1200	3500	900	900
	F33: Yıllık Enerji Tüketimi	KWH	9.000.000	7.470.000	4.050.000	3.357.500	6.331.500	1.422.500	987.500
	F41: Teknolojik Karmaşıklık	5 puanlı ölçek	M	M	M	Çİ	M	K	Z
Sistem Tasarımı	F42: Ekipmanların Mevcudiyeti	5 puanlı ölçek	M	M	Çİ	İ	Çİ	K	Z
	F43: Malzeme Mevcudiyeti	5 puanlı ölçek	M	M	İ	İ	K	Z	Z
	F44: Teknoloji Gelişim Aşaması	5 puanlı ölçek	KE	KE	Z	İ	K	Çİ	Çİ
	F51: Kurulum ve bakım karmaşıklığı	5 puanlı ölçek	M	M	Çİ	İ	Çİ	K	K
Bakım	F52: Yer değiştirebilme	5 puanlı ölçek	Çİ	Çİ	Çİ	İ	Çİ	K	K

Adım 2 de (ikili karşılaştırmalar ve lokal öncelik vektörleri elemanlar, diğer elemanlar üzerindeki göreceli etkileri doğrultusunda ikili olarak karşılaştırılır. İkili karşılaştırmaların yapılması ve öncelik vektörlerinin elde edilmesi, AHP de olduğu gibi gerçekleştirilir. Saaty (2008) tarafından geliştirilen değerlendirme ölçeği ile kriterler ikili olarak karşılaştırılmaktadır. İkili karşılaştırmaların tutarlılığını ölçmek için tutarlılık oranına (CR-Consistency Ratio) bakılır. CR, 0,1 den küçük ise karşılaştırmaların kabul edilebilir olduğu kararlaştırılır.

Çizelge 5.8 :AHP değerlendirme ölçeği.

Önem Derecesi	Tanımı	Açıklaması
1	Eşit Derecede Önemli	Her iki faaliyet de amaca eşit katkıda bulunur.
3	Orta Derecede Önemli	Tecrübe ve değerlendirmeler sonucunda bir faaliyet diğerine göre biraz daha fazla tercih edilir.
5	Güçlü Derecede Önemli	Tecrübe ve değerlendirmeler sonucunda bir faaliyet diğerine göre çok daha fazla tercih edilir.
7	Çok Güçlü Derecede Önemli	Bir faaliyet diğerine göre çok güçlü şekilde tercih edilir. Uygulamada üstünlüğü ispatlanmıştır.
9	Son Derece Önemli	Bir faaliyet diğerine göre mümkün olan en yüksek derecede tercih edilir.
2,4,6,8	Ara Değerler	2: Zayıf, 4: Orta üstü, 6: Güç artı, 8: Çok çok güçlü

Adım 3 de(süpermatrisin oluşturulması ve dönüştürülmesi) lokal öncelik vektörleri, süpermatrisin uygun sütunlarına yerleştirilir. Bu matrisin her bir segmenti iki bileşen arasındaki bir ilişkiyi temsil etmektedir. Süpermatris, her bir sütununun toplamı 1 olacak şekilde ağırlıklandırılmış süpermatrise dönüştürülür. Son olarak da ağırlıklandırılmış süpermatris kuvvetlerinin alınması ile limit süpermatrise dönüştürülür.

Adım 4 de (sonuç öncelikler) süpermatris tüm ağı kapsadıktan sonra, limit süpermatrisin ilgili sütunlarında elemanların sonuç öncelikleri bulunur.

Uygulama konusunda belirlenmiş olan alt faktörler arasında ilişki olduğu bilindiğinden AAP yönteminin, hiyerarşik modelleme için AHP ye göre daha uygun olacağına karar verilmiştir.

Modelin kurulumu ve hesaplamaların yapılmasında Superdecisions yazılımı kullanılmıştır.

Yazılımın kullanımı sırasında, Aslan (2005) yüksek lisans tezi çalışmasından faydalanılmıştır. Bu çalışmada yazılım kullanımı detayları ile birlikte anlatılmaktadır.

Oluşturulan ağ yapısı kriterleri, teknolojik faktörleri ve etkileşimleri ile birlikte aşağıdaki şekilde yer almaktadır.

Kriterlerin ve teknolojik faktörlerin öncelikler doğrultusunda ağırlıklarının hesaplanması amaçlanmıştır.

Cebeci ve Kılınç (t.y.) tarafından hazırlanan anket yapısı kriterlerin değerlendirilmesi için kullanılmıştır.

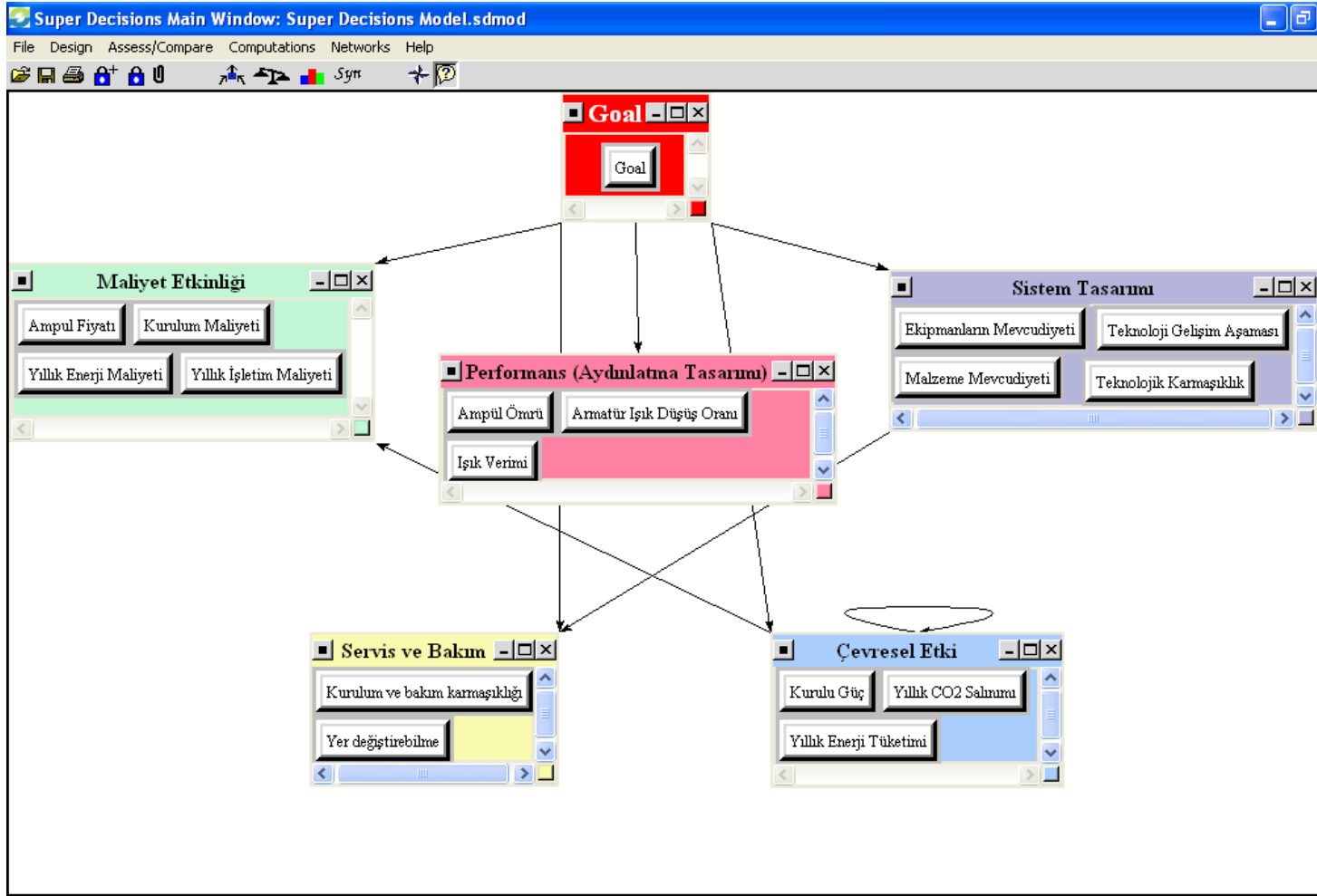
Bu anket formu, aydınlatma teknolojilerinin değerlendirilmesi için belirlenen kriterler ve teknolojik faktörlerin ikili karşılaştırmalarının yapılması için teknoloji uygulayıcıları grubuna sunulmuştur.

Teknoloji uygulayıcılarının grup kararlarını temsil etmek üzere verdikleri cevapların geometrik ortalaması alınmıştır. Buradan elde edilen değerler superdecisions yazılımındaki ikili karşılaştırma matrislerine yerleştirilmiştir.

Karşılaştırma matrisleri ve tutarlılık oranları aşağıdaki şekillerde yer almaktadır.

Çizelge 5.9 :Teknoloji uygulayıcıları anketi.

[illegible]



Şekil 5.1 :Superdecisions uygulama modeli.



Şekil 5.2 : Amaca göre kriterlerin ikili karşılaştırma sonuçları.



Şekil 5.3 : Amaca göre maliyet metriği kriterinin teknolojik faktörlerinin ikili karşılaştırma sonuçları.



Şekil 5.4 : Amaca göre performans kriterinin teknolojik faktörlerinin ikili karşılaştırma sonuçları.



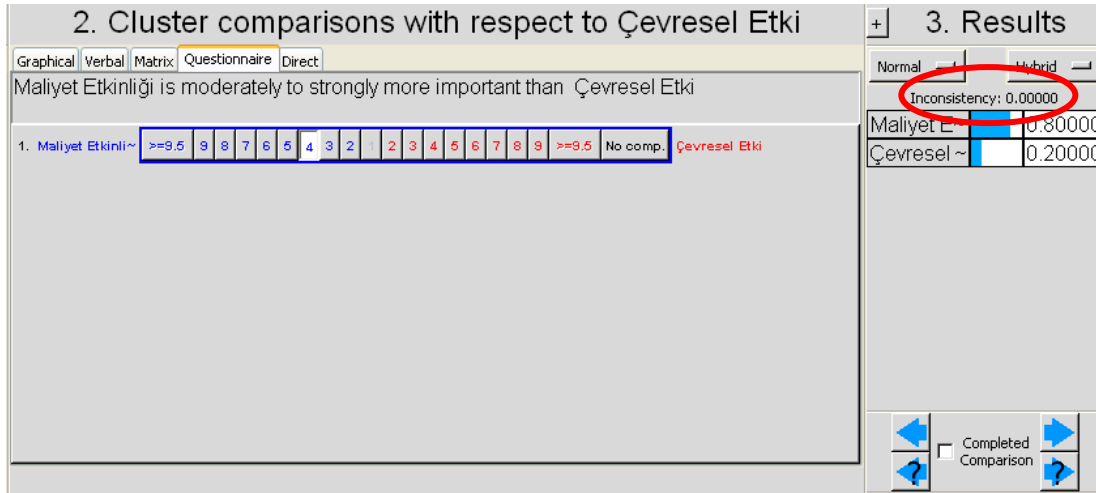
Şekil 5.5 : Amaca göre servis ve bakım kriterinin teknolojik faktörlerinin ikili karşılaştırma sonuçları.



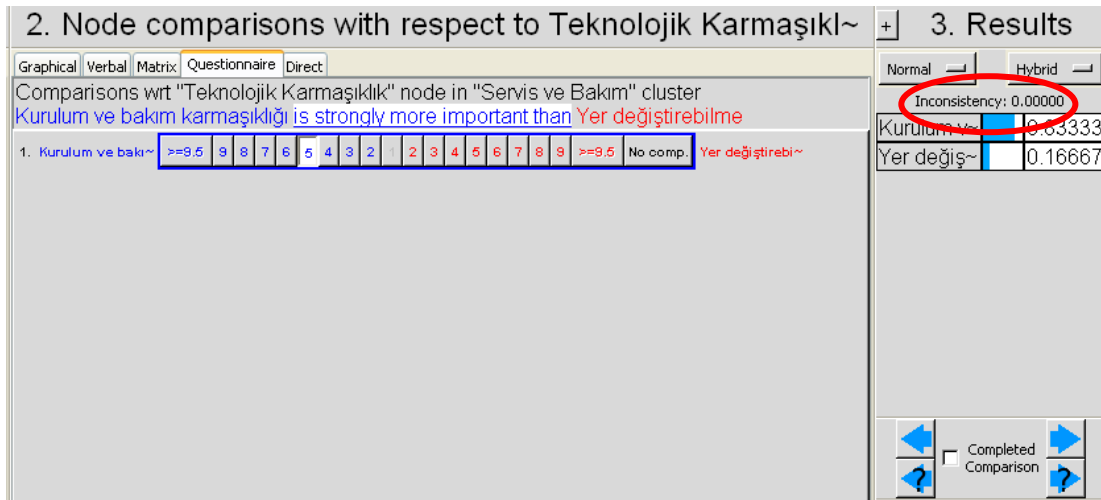
Şekil 5.6 : Amaca göre sistem tasarımı kriterinin teknolojik faktörlerinin ikili karşılaştırma sonuçları.



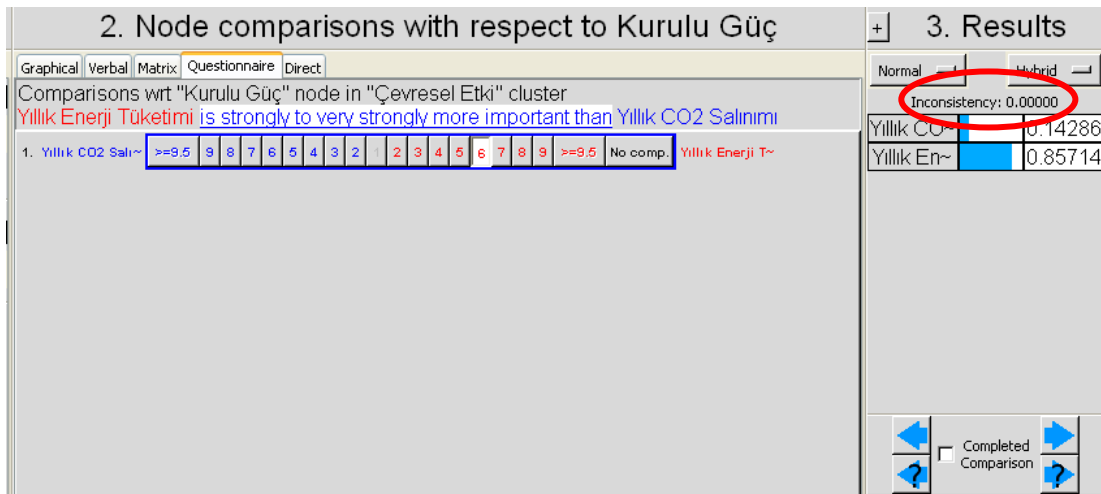
Şekil 5.7 : Amaca göre çevresel etki kriterinin teknolojik faktörlerinin ikili karşılaştırma sonuçları.



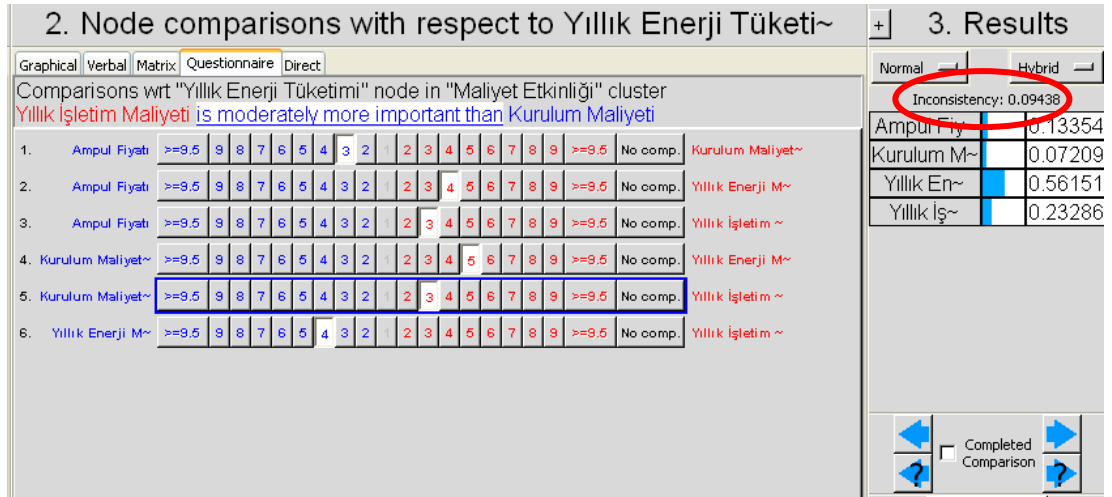
Şekil 5.8 : Çevresel etkinliği göre maliyet etkinliği kriterinin ikili karşılaştırma sonuçları.



Şekil 5.9 : Teknolojik karmaşıklığa göre servis ve bakım kriterinin teknolojik faktörlerinin ikili karşılaştırma sonuçları.



Şekil 5.10 : Kurulu güce göre yıllık CO2 salınımı ve yıllık enerji tüketimi teknolojik faktörlerinin ikili karşılaştırma sonuçları.



Şekil 5.11 : Yıllık enerji tüketimine göre maliyet etkinliği kriterinin teknolojik faktörlerinin ikili karşılaştırma sonuçları.

Superdecisions yazılımı limit süpermatris hesaplama menüsü ile teknolojik faktörlerin ve kriterlerin ağırlıkları elde edilmiştir.

Super Decisions Main Window: Super Decisions Model.sdm: Cluster Matrix View						
Cluster Node Labels	Goal	Maliyet Etkinliği	Performans (Aydınlatma Tasarımı)	Servis ve Bakım	Sistem Tasarımı	Çevresel Etki
Goal	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
Maliyet Etkinliği	0.480923	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.800000
Performans (Aydınlatma Tasarımı)	0.224825	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
Servis ve Bakım	0.081956	0.000000	0.000000	0.000000	1.000000	0.000000
Sistem Tasarımı	0.034313	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
Çevre Etki	0.177984	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.200000
Done						

Şekil 5.12 : Limit süpermatris hesabına göre kriterlerin öncelikleri.

Uzmanlarla yapılan çalışmanın çıktılarına göre maliyet etkinliği, performans ve çevresel etki kriterlerinin amaç üzerinde en fazla etkiye sahip oldukları belirlenmiştir. Teknolojik faktörlerin önceliklerine bakıldığında, yıllık enerji maliyeti, yıllık enerji tüketimi, yıllık işletim maliyeti, ampul ömrü, kurulum ve bakım karmaşıklığı ile

ampül fiyatı faktörlerinin amaç üzerinde en fazla etkiye sahip oldukları görülmüştür.

Super Decisions Main Window: Super Decisions Model.sd...

Here are the priorities.

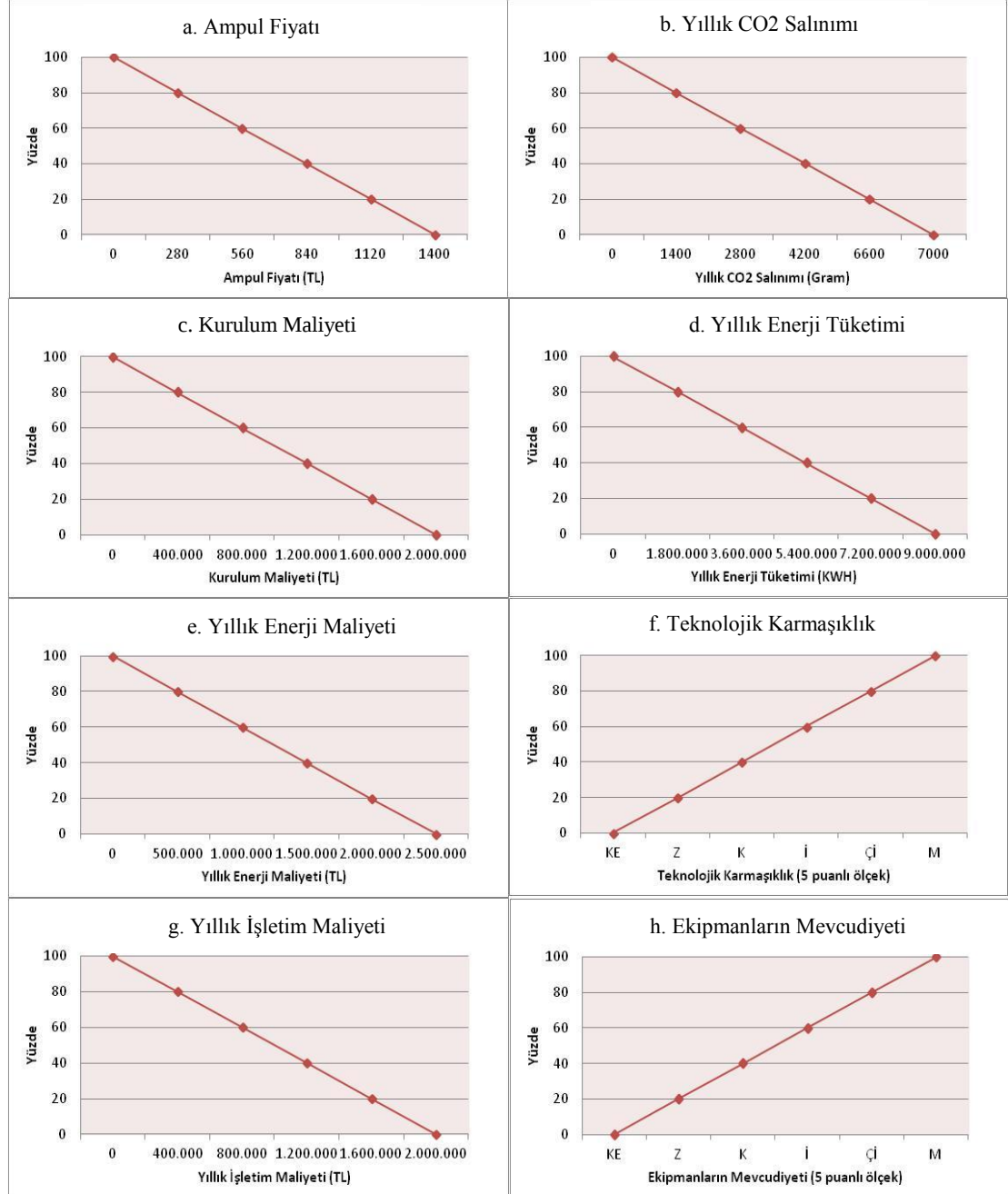
Icon	Name	Normalized by Cluster	Limiting
No Icon	Goal	0.00000	0.000000
No Icon	Ampul Fiyatı	0.12186	0.063954
No Icon	Kurulum Maliyeti	0.06376	0.033461
No Icon	Yıllık Enerji Maliyeti	0.58179	0.305324
No Icon	Yıllık İşletim Maliyeti	0.23259	0.122065
No Icon	Ampül Ömrü	0.67381	0.124288
No Icon	Armatür Işık Düşüş Oranı	0.10065	0.018566
No Icon	Işık Verimi	0.22553	0.041601
No Icon	Kurulum ve bakım karmaşıklığı	0.80636	0.067021
No Icon	Yer değiştirebilme	0.19364	0.016094
No Icon	Ekipmanların Mevcudiyeti	0.06117	0.001722
No Icon	Malzeme Mevcudiyeti	0.10713	0.003016
No Icon	Teknoloji Gelişim Aşaması	0.26780	0.007539
No Icon	Teknolojik Karmaşıklık	0.56390	0.015875
No Icon	Kurulu Güç	0.18636	0.033447
No Icon	Yıllık CO2 Salınımı	0.08800	0.015793
No Icon	Yıllık Enerji Tüketimi	0.72564	0.130234

Okay Copy Values

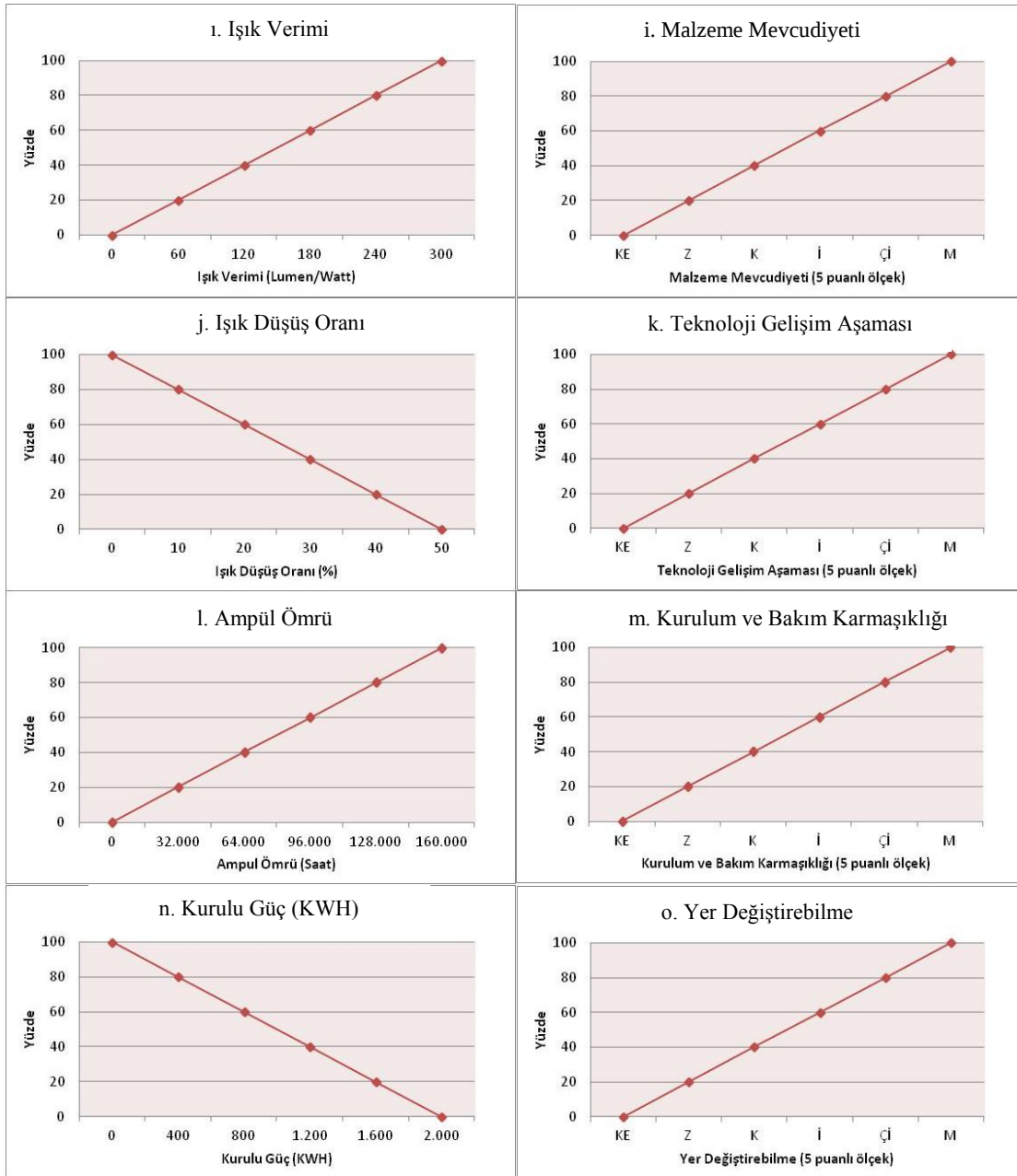
Şekil 5.13 : Limit süpermatris hesabına göre teknolojik faktörlerin öncelikleri.

Superdecisions yazılımı, tutarlılık oranlarını arayüzünde sunmaktadır. Yukarıdaki ikili karşılaştırma çizelgelerinde tutarlılık oranları kırmızı ile işaretlenmiş olup tutarlılık oranlarının hepsi 0,1 den küçüktür. Dolayısı ile insan yargısından kaynaklanan tutarsızlıklar kabul edilebilir seviyededir.

Teknoloji uygulayıcılarından alınan bilgiler ve teknoloji geliştiricilerinden alınan geribildirimler doğrultusunda teknolojik faktörlerin çekicilik eğrileri hazırlanmıştır. Çekicilik eğrilerinin belirlenmesinde grup kararını temsil etmek için her bir uzman tarafından verilen göreceli değerlerin ortalama değeri kullanılmıştır.



Şekil 5.14 : Teknolojik Faktörlerin Çekicilik Eğrileri-1(a. Ampul Fiyatı, b. YıllıkCO2 Salınımı, c. Kurulum Maliyeti, d. Yıllık Enerji Tüketimi, e. Yıllık Enerji Maliyeti, f. Teknolojik Karmaşıklık, g. Yıllık İşletim Maliyeti, h. Ekipmanların Mevcudiyeti).



Şekil 5.15 : Teknolojik Faktörlerin Çekicilik Eğrileri-1 (1. Işık Verimi, i. Malzeme Mevcudiyeti, j. Işık Düşüş Oranı, k. Teknoloji Gelişim Aşaması, l. Ampül Ömrü, m. Kurulum ve Bakım Karmaşıklığı, n. Kurulu Güç, o. Yer Değiştirebilme).

Çekicilik eğrileri, kriterlerin ağırlıkları ve teknolojik faktörlerin ağırlıkları bilgileri kullanılarak her bir teknoloji alternatifinin belirlenen zaman aralıkları içerisindeki teknoloji değerleri hesaplanmıştır. Uygulamada göz önünde bulundurulmuş zaman aralıkları için her bir teknolojik faktör için çekicilik eğrilerinden çekicilik değerleri hesaplanmıştır.

Çizelge 5.10 : Mevcut Durum Tahmin Özeti.

Kriterler	Faktörler	Ölçü Birimi	Teknolojiler							Çekicilik Değerleri						
			T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Maliyet Etkinliği	F11: Ampul Fiyatı	TL	2	4	7	17	43	91	1360	99,86	99,70	99,51	98,79	96,93	93,50	2,90
	F12: Kurulum Maliyeti	TL	450.000	500.000	800.000	750.000	600.000	1.800.000	2.000.000	77,50	75,00	60,00	62,50	70,00	10,00	0,00
	F13: Yıllık Enerji Maliyeti	TL	2.100.000	2.500.000	700.000	610.000	1.100.000	440.000	600.000	16,00	0,00	72,00	75,60	56,00	82,40	76,00
	F14: Yıllık İşletme Maliyeti	TL	2.000.000	1.700.000	750.000	632.000	1.200.000	615.000	630.000	0,00	15,00	62,50	68,40	40,00	69,25	68,50
Performans (aydınlatma tasarımı)		LUMEN/WA														
	F21: Işık Verimi	TT	15	30	105	85	110	78	52	5,00	9,99	34,97	28,31	36,63	25,97	17,32
	F22: Armatür Işık Düşüş Oranı	%	25	20	15	10	50	30	35	50,00	60,00	70,00	80,00	0,00	40,00	30,00
Çevresel Etki	F23: Ampül Ömrü	SAAT	1000	4000	16000	12000	12000	100000	10000	0,63	2,50	10,00	7,50	7,50	62,50	6,25
	F31: Kurulu Güç	KWH	1000	2000	580	520	930	300	500	50,00	0,00	71,00	74,00	53,50	85,00	75,00
	F32: Yıllık CO2 Salınımı	GRAM	7000	6500	2000	1860	4200	1300	1300	6,10	12,70	72,10	73,95	43,06	81,34	81,34
Sistem Tasarımı	F33: Yıllık Enerji Tüketimi	KWH	9.000.000	8.300.000	4.500.000	3.950.000	7.035.000	2.845.000	3.950.000	1,00	8,70	50,50	56,55	22,62	68,71	56,55
	F41: Teknolojik Karmaşıklık	5 puanlı ölçek	M	M	Çİ	İ	Çİ	Z	KE	100,00	100,00	80,00	60,00	80,00	20,00	0,00
	F42: Ekipmanların Mevcudiyeti	5 puanlı ölçek	M	M	Çİ	İ	İ	K	KE	100,00	100,00	80,00	60,00	60,00	40,00	0,00
	F43: Malzeme Mevcudiyeti	5 puanlı ölçek	M	M	İ	İ	K	Z	KE	100,00	100,00	60,00	60,00	40,00	20,00	0,00
Servis ve Bakım	F44: Teknoloji Gelişim Aşaması	5 puanlı ölçek	KE	K	K	İ	K	M	M	0,00	40,00	40,00	60,00	40,00	100,00	100,00
	F51: Kurulum ve bakım karmaşıklığı	5 puanlı ölçek	M	M	İ	İ	İ	Z	KE	100,00	100,00	60,00	60,00	60,00	20,00	0,00
	F52: Yer değiştirilebilme	5 puanlı ölçek	K	K	İ	İ	Çİ	K	Z	40,00	40,00	60,00	60,00	80,00	40,00	20,00

Çizelge 5.11 :2013-2020 Tahmin Özeti

Kriterler	Faktörler	Ölçü Birimi	Teknolojiler							Çekicilik Değeri						
			T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Maliyet Etkinliği	F11: Ampul Fiyatı	TL	2	4	6	13	30	46	680	99,86	99,75	99,57	99,07	97,86	96,75	51,45
	F12: Kurulum Maliyeti	TL	450.000	500.000	750.000	700.000	550.000	1.350.000	1.500.000	77,50	75,00	62,50	65,00	72,50	32,50	25,00
	F13: Yıllık Enerji Maliyeti	TL	2.100.000	2.375.000	665.000	549.000	1.045.000	330.000	450.000	16,00	5,00	73,40	78,04	58,20	86,80	82,00
	F14: Yıllık İşletme Maliyeti	TL	2.000.000	1.615.000	712.500	568.800	1.140.000	461.250	472.500	0,00	19,25	64,38	71,56	43,00	76,94	76,38
Performans (aydınlatma tasarımı)		LUMEN/WA														
	F21: Işık Verimi	TT	15	30	105	95	115	164	120	5,00	9,99	34,97	31,64	38,30	54,61	39,96
	F22: Armatür Işık Düşüş Oranı	%	25	20	15	10	40	27	32	50,00	60,00	70,00	80,00	20,00	46,00	37,00
	F23: Ampül Ömrü	SAAT	1000	4000	16000	16000	12000	120000	100000	0,63	2,50	10,00	10,00	7,50	75,00	62,50
Çevresel Etki	F31: Kurulu Güç	KWH	1000	1900	550	500	900	280	400	50,00	5,00	72,50	75,00	55,00	86,00	80,00
	F32: Yıllık CO2 Salınımı	GRAM	7000	6400	1800	1700	4000	1200	1200	6,10	14,02	74,74	76,06	45,70	82,66	82,66
	F33: Yıllık Enerji Tüketimi	KWH	9.000.000	7.885.000	4.275.000	3.555.000	6.683.250	2.133.750	2.962.500	1,00	13,27	52,98	60,90	26,48	76,53	67,41
	F41: Teknolojik Karmaşıklık	5 puanlı ölçek	M	M	Çİ	İ	Çİ	İ	K	100	100	80	60	80	60	40
Sistem Tasarımı	F42: Ekipmanların Mevcudiyeti	5 puanlı ölçek	M	M	M	Çİ	M	İ	K	100	100	100	80	100	60	40
	F43: Malzeme Mevcudiyeti	5 puanlı ölçek	M	M	Çİ	Çİ	İ	K	K	100	100	80	80	60	40	40
	F44: Teknoloji Gelişim Aşaması	5 puanlı ölçek	KE	KE	KE	İ	KE	M	M	0	0	0	60	0	100	100
	F51: Kurulum ve bakım karmaşıklığı	5 puanlı ölçek	M	M	Çİ	İ	İ	Z	Z	100	100	80	60	60	0	0
Bakım	F52: Yer değiştirebilme	5 puanlı ölçek	İ	İ	Çİ	İ	Çİ	K	Z	60	60	80	60	80	40	0

Çizelge 5.12 :2020-2030 Tahmin Özeti.

Kriterler	Faktörler	Ölçü Birimi	Teknolojiler							Çekicilik Değeri						
			T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Maliyet Etkinliği	F11: Ampul Fiyatı	TL	2	3	5	9	20	23	204	99,86	99,79	99,64	99,36	98,57	98,38	85,43
	F12: Kurulum Maliyeti	TL	450.000	500.000	700.000	650.000	500.000	720.000	1.200.000	77,50	75,00	65,00	67,50	75,00	64,00	40,00
	F13: Yıllık Enerji Maliyeti	TL	2.100.000	2.250.000	630.000	518.500	990.000	220.000	150.000	16,00	10,00	74,80	79,26	60,40	91,20	94,00
	F14: Yıllık İşletme Maliyeti	TL	2.000.000	1.530.000	675.000	537.200	1.080.000	307.500	157.500	0,00	23,50	66,25	73,14	46,00	84,63	92,13
Performans (aydınlatma tasarımı)		LUMEN/WA														
	F21: Işık Verimi	TT	15	30	105	110	120	266	192	5,00	9,99	34,97	36,63	39,96	88,58	63,94
	F22: Armatür Işık Düşüş Oranı	%	25	20	15	10	30	26	30	50,00	60,00	70,00	80,00	40,00	49,00	40,50
	F23: Ampül Ömrü	SAAT	1000	4000	16000	16000	12000	150000	160000	0,63	2,50	10,00	10,00	7,50	93,75	100,00
Çevresel Etki	F31: Kurulu Güç	KWH	1000	1800	500	450	850	200	175	50,00	10,00	75,00	77,50	57,50	90,00	91,25
	F32: Yıllık CO2 Salınımı	GRAM	7000	6400	1500	1200	3500	900	900	6,10	14,02	78,70	82,66	52,30	86,62	86,62
	F33: Yıllık Enerji Tüketimi	KWH	9.000.000	7.470.000	4.050.000	3.357.500	6.331.500	1.422.500	987.500	1,00	17,83	55,45	63,07	30,35	84,35	89,14
	F41: Teknolojik Karmaşıklık	5 puanlı ölçek	M	M	M	Çİ	M	K	Z	100	100	100	80	100	40	20
Sistem Tasarımı	F42: Ekipmanların Mevcudiyeti	5 puanlı ölçek	M	M	Çİ	İ	Çİ	K	Z	100	100	80	60	80	40	20
	F43: Malzeme Mevcudiyeti	5 puanlı ölçek	M	M	İ	İ	K	Z	Z	100	100	60	60	40	20	20
	F44: Teknoloji Gelişim Aşaması	5 puanlı ölçek	KE	KE	Z	İ	K	Çİ	Çİ	0	0	20	60	40	80	80
	F51: Kurulum ve bakım karmaşıklığı	5 puanlı ölçek	M	M	Çİ	İ	Çİ	K	K	100	100	80	60	80	40	40
Bakım	F52: Yer değiştirebilme	5 puanlı ölçek	Çİ	Çİ	Çİ	İ	Çİ	K	K	80	80	80	60	80	40	40

5.3.5 Teknoloji Değerleme

Teknoloji değeri, kriter öncelikleri, her bir kriter üzerinde teknolojik faktörlerin göreceli değerleri ve her bir teknolojik faktörün çekicilik değerlerinin çarpımı ile elde edilmiştir. Böylece her bir teknolojinin şirket amacı üzerindeki genel etkisi belirlenmiştir.

Çizelge 5.13 :T1 teknoloji değerleri.

Kriterler			Faktörler		Çekicilik Değerleri			Teknoloji Değerleri		
Tanım	Ağırlık	Kod	Tanım	Ağırlık	Mevcut	2013-2020	2020-2030	Mevcut	2013-2020	2020-2030
Maliyet Etkinliği	0,48	F11: Ampul Fiyatı		0,064	99,86	99,86	99,86	3,07	3,07	3,07
		F12: Kurulum Maliyeti		0,033	77,50	77,50	77,50	1,25	1,25	1,25
		F13: Yıllık Enerji Maliyeti		0,305	16,00	16,00	16,00	2,35	2,35	2,35
		F14: Yıllık İşletme Maliyeti		0,122	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Performans (aydınlatma tasarımı)	0,22	F21: Işık Verimi		0,042	5,00	5,00	5,00	0,05	0,05	0,05
		F22: Armatür Işık Düşüş Oranı		0,019	50,00	50,00	50,00	0,21	0,21	0,21
		F23: Ampül Ömrü		0,124	0,63	0,63	0,63	0,02	0,02	0,02
Çevresel Etki	0,18	F31: Kurulu Güç		0,033	50,00	50,00	50,00	0,30	0,30	0,30
		F32: Yıllık CO2 Salınımı		0,016	6,10	6,10	6,10	0,02	0,02	0,02
		F33: Yıllık Enerji Tüketimi		0,130	1,00	1,00	1,00	0,02	0,02	0,02
Sistem Tasarımı	0,03	F41: Teknolojik Karmaşıklık		0,016	100,00	100	100	0,05	0,05	0,05
		F42: Ekipmanların Mevcudiyeti		0,002	100,00	100	100	0,01	0,01	0,01
		F43: Malzeme Mevcudiyeti		0,003	100,00	100	100	0,01	0,01	0,01
		F44: Teknoloji Gelişim Aşaması		0,008	0,00	0	0	0,00	0,00	0,00
Servis ve Bakım	0,08	F51: Kurulum ve bakım karmaşıklığı		0,067	100,00	100	100	0,55	0,55	0,55
		F52: Yer değiştirebilme		0,016	40,00	60	80	0,05	0,08	0,11
Toplam Teknoloji Değeri								7,95	7,98	8,00

Çizelge 5.14 :T2 teknoloji değerleri.

Kriterler		Faktörler		Çekicilik Değerleri			Teknoloji Değerleri			
Tanım	Ağırlık	Kod	Tanım	Ağırlık	Mevcut	2013-2020	2020-2030	Mevcut	2013-2020	2020-2030
Maliyet Etkinliği	0,48	F11: Ampul Fiyatı		0,064	99,70	99,75	99,79	3,07	3,07	3,07
		F12: Kurulum Maliyeti		0,033	75,00	75,00	75,00	1,21	1,21	1,21
		F13: Yıllık Enerji Maliyeti		0,305	0,00	5,00	10,00	0,00	0,73	1,47
		F14: Yıllık İşletme Maliyeti		0,122	15,00	19,25	23,50	0,88	1,13	1,38
Performans (aydınlatma tasarımı)	0,22	F21: Işık Verimi		0,042	9,99	9,99	9,99	0,09	0,09	0,09
		F22: Armatür Işık Düşüş Oranı		0,019	60,00	60,00	60,00	0,25	0,25	0,25
		F23: Ampül Ömrü		0,124	2,50	2,50	2,50	0,07	0,07	0,07
		F31: Kurulu Güç		0,033	0,00	5,00	10,00	0,00	0,03	0,06
Çevresel Etki	0,18	F32: Yıllık CO2 Salınımı		0,016	12,70	14,02	14,02	0,04	0,04	0,04
		F33: Yıllık Enerji Tüketimi		0,130	8,70	13,27	17,83	0,20	0,31	0,41
		F41: Teknolojik Karmaşıklık		0,016	100,00	100	100	0,05	0,05	0,05
		F42: Ekipmanların Mevcudiyeti		0,002	100,00	100	100	0,01	0,01	0,01
Sistem Tasarımı	0,03	F43: Malzeme Mevcudiyeti		0,003	100,00	100	100	0,01	0,01	0,01
		F44: Teknoloji Gelişim Aşaması		0,008	40,00	0	0	0,01	0,00	0,00
		F51: Kurulum ve bakım karmaşıklığı		0,067	100,00	100	100	0,55	0,55	0,55
		F52: Yer değiştirebilme		0,016	40,00	60	80	0,05	0,08	0,11
Toplam Teknoloji Değeri								6,49	7,63	8,78

Çizelge 5.15 :T3 teknoloji değerleri.

Kriterler			Faktörler		Çekicilik Değerleri			Teknoloji Değerleri		
Tanım	Ağırlık	Kod Tanım	Ağırlık	Mevcut	2013-2020	2020-2030	Mevcut	2013-2020	2020-2030	
Maliyet Etkinliği	0,48	F11: Ampul Fiyatı	0,064	99,51	99,57	99,64	3,06	3,06	3,06	
		F12: Kurulum Maliyeti	0,033	60,00	62,50	65,00	0,97	1,01	1,05	
		F13: Yıllık Enerji Maliyeti	0,305	72,00	73,40	74,80	10,57	10,78	10,98	
		F14: Yıllık İşletme Maliyeti	0,122	62,50	64,38	66,25	3,67	3,78	3,89	
Performans (aydınlatma tasarımı)	0,22	F21: Işık Verimi	0,042	34,97	34,97	34,97	0,33	0,33	0,33	
		F22: Armatür Işık Düşüş Oranı	0,019	70,00	70,00	70,00	0,29	0,29	0,29	
		F23: Ampül Ömrü	0,124	10,00	10,00	10,00	0,28	0,28	0,28	
Çevresel Etki	0,18	F31: Kurulu Güç	0,033	71,00	72,50	75,00	0,42	0,43	0,45	
		F32: Yıllık CO2 Salınımı	0,016	72,10	74,74	78,70	0,20	0,21	0,22	
		F33: Yıllık Enerji Tüketimi	0,130	50,50	52,98	55,45	1,17	1,23	1,29	
Sistem Tasarımı	0,03	F41: Teknolojik Karmaşıklık	0,016	80,00	80	100	0,04	0,04	0,05	
		F42: Ekipmanların Mevcudiyeti	0,002	80,00	100	80	0,00	0,01	0,00	
		F43: Malzeme Mevcudiyeti	0,003	60,00	80	60	0,01	0,01	0,01	
		F44: Teknoloji Gelişim Aşaması	0,008	40,00	0	20	0,01	0,00	0,01	
Servis ve Bakım	0,08	F51: Kurulum ve bakım karmaşıklığı	0,067	60,00	80	80	0,33	0,44	0,44	
		F52: Yer değiştirebilme	0,016	60,00	80	80	0,08	0,11	0,11	
Toplam Teknoloji Değeri							21,44	22,00	22,45	

Çizelge 5.16 :T4 teknoloji değerleri.

Kriterler			Faktörler		Çekicilik Değerleri			Teknoloji Değerleri		
Tanım	Ağırlık	Kod Tanım	Ağırlık	Mevcut	2013-2020	2020-2030	Mevcut	2013-2020	2020-2030	
Maliyet Etkinliği	0,48	F11: Ampul Fiyatı	0,064	98,79	99,07	99,36	3,04	3,05	3,06	
		F12: Kurulum Maliyeti	0,033	62,50	65,00	67,50	1,01	1,05	1,09	
		F13: Yıllık Enerji Maliyeti	0,305	75,60	78,04	79,26	11,10	11,46	11,64	
		F14: Yıllık İşletme Maliyeti	0,122	68,40	71,56	73,14	4,02	4,20	4,29	
Performans (aydınlatma tasarımı)	0,22	F21: Işık Verimi	0,042	28,31	31,64	36,63	0,26	0,30	0,34	
		F22: Armatür Işık Düşüş Oranı	0,019	80,00	80,00	80,00	0,33	0,33	0,33	
		F23: Ampül Ömrü	0,124	7,50	10,00	10,00	0,21	0,28	0,28	
Çevresel Etki	0,18	F31: Kurulu Güç	0,033	74,00	75,00	77,50	0,44	0,45	0,46	
		F32: Yıllık CO2 Salınımı	0,016	73,95	76,06	82,66	0,21	0,21	0,23	
		F33: Yıllık Enerji Tüketimi	0,130	56,55	60,90	63,07	1,31	1,41	1,46	
Sistem Tasarımı	0,03	F41: Teknolojik Karmaşıklık	0,016	60,00	60	80	0,03	0,03	0,04	
		F42: Ekipmanların Mevcudiyeti	0,002	60,00	80	60	0,00	0,00	0,00	
		F43: Malzeme Mevcudiyeti	0,003	60,00	80	60	0,01	0,01	0,01	
		F44: Teknoloji Gelişim Aşaması	0,008	60,00	60	60	0,02	0,02	0,02	
Servis ve Bakım	0,08	F51: Kurulum ve bakım karmaşıklığı	0,067	60,00	60	60	0,33	0,33	0,33	
		F52: Yer değiştirebilme	0,016	60,00	60	60	0,08	0,08	0,08	
Toplam Teknoloji Değeri							22,39	23,20	23,66	

Çizelge 5.17 :T5 teknoloji değerleri.

Kriterler		Faktörler	Çekicilik Değerleri				Teknoloji Değerleri		
Tanım	Ağırlık	Kod Tanım	Ağırlık	Mevcut	2013-2020	2020-2030	Mevcut	2013-2020	2020-2030
Maliyet Etkinliği	0,48	F11: Ampul Fiyatı	0,064	96,93	97,86	98,57	2,98	3,01	3,03
		F12: Kurulum Maliyeti	0,033	70,00	72,50	75,00	1,13	1,17	1,21
		F13: Yıllık Enerji Maliyeti	0,305	56,00	58,20	60,40	8,22	8,55	8,87
		F14: Yıllık İşletme Maliyeti	0,122	40,00	43,00	46,00	2,35	2,52	2,70
Performans (aydınlatma tasarımı)	0,22	F21: Işık Verimi	0,042	36,63	38,30	39,96	0,34	0,36	0,37
		F22: Armatür Işık Düşüş Oranı	0,019	0,00	20,00	40,00	0,00	0,08	0,17
		F23: Ampül Ömrü	0,124	7,50	7,50	7,50	0,21	0,21	0,21
Çevresel Etki	0,18	F31: Kurulu Güç	0,033	53,50	55,00	57,50	0,32	0,33	0,34
		F32: Yıllık CO2 Salınımı	0,016	43,06	45,70	52,30	0,12	0,13	0,15
		F33: Yıllık Enerji Tüketimi	0,130	22,62	26,48	30,35	0,52	0,61	0,70
		F41: Teknolojik Karmaşıklık	0,016	80,00	80	100	0,04	0,04	0,05
Sistem Tasarımı	0,03	F42: Ekipmanların Mevcudiyeti	0,002	60,00	100	80	0,00	0,01	0,00
		F43: Malzeme Mevcudiyeti	0,003	40,00	60	40	0,00	0,01	0,00
		F44: Teknoloji Gelişim Aşaması	0,008	40,00	0	40	0,01	0,00	0,01
Servis ve Bakım	0,08	F51: Kurulum ve bakım karmaşıklığı	0,067	60,00	60	80	0,33	0,33	0,44
		F52: Yer değiştirebilme	0,016	80,00	80	80	0,11	0,11	0,11
Toplam Teknoloji Değeri							16,69	17,46	18,37

Çizelge 5.18 :T6 teknoloji değerleri.

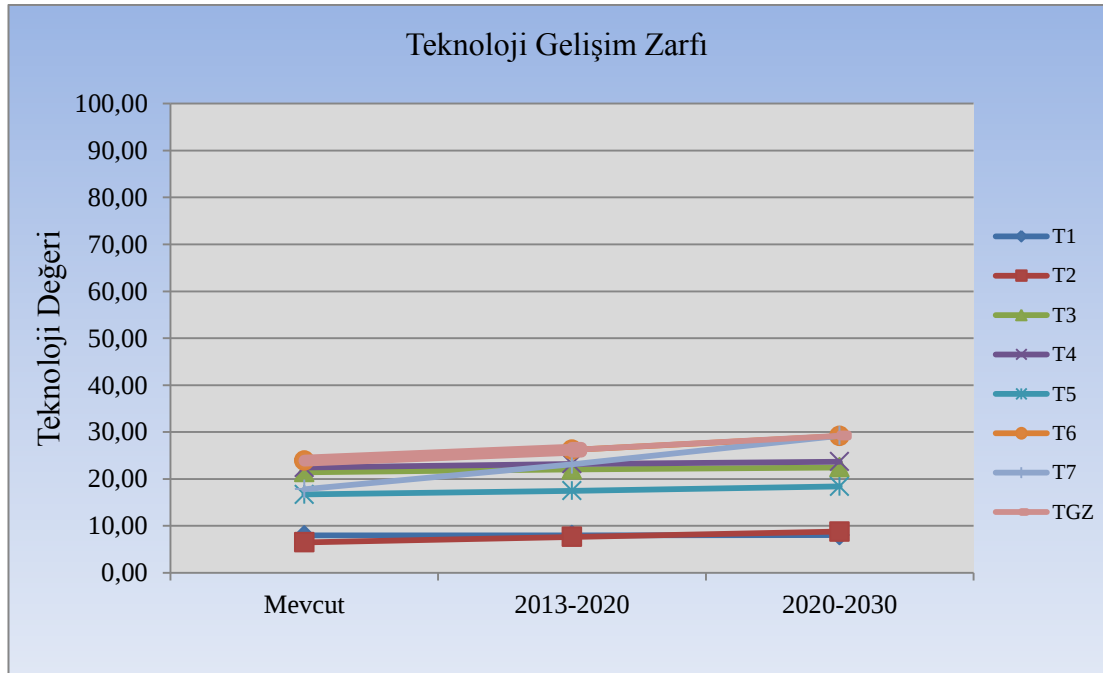
Kriterler		Faktörler	Çekicilik Değerleri				Teknoloji Değerleri		
Tanım	Ağırlık	Kod Tanım	Ağırlık	Mevcut	2013-2020	2020-2030	Mevcut	2013-2020	2020-2030
Maliyet Etkinliği	0,48	F11: Ampul Fiyatı	0,064	93,50	96,75	98,38	2,88	2,98	3,03
		F12: Kurulum Maliyeti	0,033	10,00	32,50	64,00	0,16	0,52	1,03
		F13: Yıllık Enerji Maliyeti	0,305	82,40	86,80	91,20	12,10	12,75	13,39
		F14: Yıllık İşletme Maliyeti	0,122	69,25	76,94	84,63	4,07	4,52	4,97
Performans (aydınlatma tasarımı)	0,22	F21: Işık Verimi	0,042	25,97	54,61	88,58	0,24	0,51	0,83
		F22: Armatür Işık Düşüş Oranı	0,019	40,00	46,00	49,00	0,17	0,19	0,20
		F23: Ampül Ömrü	0,124	62,50	75,00	93,75	1,75	2,10	2,62
Çevresel Etki	0,18	F31: Kurulu Güç	0,033	85,00	86,00	90,00	0,51	0,51	0,54
		F32: Yıllık CO2 Salınımı	0,016	81,34	82,66	86,62	0,23	0,23	0,24
		F33: Yıllık Enerji Tüketimi	0,130	68,71	76,53	84,35	1,59	1,77	1,96
Sistem Tasarımı	0,03	F41: Teknolojik Karmaşıklık	0,016	20,00	60	40	0,01	0,03	0,02
		F42: Ekipmanların Mevcudiyeti	0,002	40,00	60	40	0,00	0,00	0,00
		F43: Malzeme Mevcudiyeti	0,003	20,00	40	20	0,00	0,00	0,00
		F44: Teknoloji Gelişim Aşaması	0,008	100,00	100	80	0,03	0,03	0,02
Servis ve Bakım	0,08	F51: Kurulum ve bakım karmaşıklığı	0,067	20,00	0	40	0,11	0,00	0,22
		F52: Yer değiştirebilme	0,016	40,00	40	40	0,05	0,05	0,05
Toplam Teknoloji Değeri							23,89	26,20	29,12

Çizelge 5.19 :T7 teknoloji değerleri.

Kriterler		Faktörler	Çekicilik Değerleri				Teknoloji Değerleri		
Tanım	Ağırlık	Kod Tanım	Ağırlık	Mevcut	2013-2020	2020-2030	Mevcut	2013-2020	2020-2030
Maliyet Etkinliği	0,48	F11: Ampul Fiyatı	0,064	2,90	51,45	85,43	0,09	1,58	2,63
		F12: Kurulum Maliyeti	0,033	0,00	25,00	40,00	0,00	0,40	0,64
		F13: Yıllık Enerji Maliyeti	0,305	76,00	82,00	94,00	11,16	12,04	13,80
		F14: Yıllık İşletme Maliyeti	0,122	68,50	76,38	92,13	4,02	4,48	5,41
Performans (aydınlatma tasarımı)	0,22	F21: Işık Verimi	0,042	17,32	39,96	63,94	0,16	0,37	0,60
		F22: Armatür Işık Düşüş Oranı	0,019	30,00	37,00	40,50	0,13	0,15	0,17
		F23: Ampül Ömrü	0,124	6,25	62,50	100,00	0,17	1,75	2,79
Çevresel Etki	0,18	F31: Kurulu Güç	0,033	75,00	80,00	91,25	0,45	0,48	0,54
		F32: Yıllık CO2 Salınımı	0,016	81,34	82,66	86,62	0,23	0,23	0,24
		F33: Yıllık Enerji Tüketimi	0,130	56,55	67,41	89,14	1,31	1,56	2,07
		F41: Teknolojik Karmaşıklık	0,016	0,00	40	20	0,00	0,02	0,01
Sistem Tasarımı	0,03	F42: Ekipmanların Mevcudiyeti	0,002	0,00	40	20	0,00	0,00	0,00
		F43: Malzeme Mevcudiyeti	0,003	0,00	40	20	0,00	0,00	0,00
		F44: Teknoloji Gelişim Aşaması	0,008	100,00	100	80	0,03	0,03	0,02
Servis ve Bakım	0,08	F51: Kurulum ve bakım karmaşıklığı	0,067	0,00	0	40	0,00	0,00	0,22
		F52: Yer değiştirebilme	0,016	40,00	0	40	0,05	0,00	0,05
Toplam Teknoloji Değeri							17,80	23,11	29,20

5.3.6 TGZ nin oluşturulması

Her bir zaman aralığındaki en yüksek teknoloji değerine sahip teknolojileri bağlayan yol aydınlatma teknolojileri için teknoloji gelişim zarfını oluşturmaktadır. Teknoloji Gelişim Zarfı'na göre şirketin şu anda kullandığı metal halide aydınlatma teknolojisinden LED aydınlatma teknolojisine, 2020 yılından sonra da OLED aydınlatma teknolojisine geçmesi gerekmektedir.



Şekil 5.16 :Teknoloji Gelişim Zarfı

SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüzde teknoloji, organizasyonların rekabetçiliğini etkileyen en temel unsurlardan biri haline gelmiştir. Bu nedenle şirketlerin stratejik planlamaların teknoloji entegre etmeleri kritik hale gelmiştir. Ayrıca şirketlerin yatırım yapabilecekleri alanların çeşitliliğine karşılık olarak kaynakları kısıtlıdır. Bu nedenle kaynak alakasyonunda teknoloji gelişim trendinin göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Bu doğrultuda doğru teknolojinin seçimi, gelişmekte olan ve bozucu olarak belirlenen teknolojilerin ve bu teknolojilerin ortaya çıkış zamanlarının belirlenmesi, bütün bu bilgilerin görselleştirilmesi ve organizasyon genelinde paylaşımının sağlanması fonksiyonlarını yerine getiren teknoloji yol haritası konsepti, organizasyonlar tarafından benimsenmeye ve yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır.

Teknoloji yol haritası literatürüne bakıldığında bu metodolojinin geliştirilmesinde en çok ihtiyaç duyulan konunun yol haritasının canlı tutulması olduğu görülmektedir. Teknoloji yol haritalarının yeni bir durum ortaya çıktığında yeniden oluşturulmaları gerekmektedir.

Teknoloji yol haritalarının hazırlanmasında teknoloji geliştirilerinin ve teknoloji uygulayıcılarının görüşlerini birleştiren ve gelişmekte olan teknolojilerin de dahil edildiği sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır.

Teknoloji yol haritalarına esneklik, güncellenebilme ve dinamiklik özellikleri kazandırmak, gelişmekte olan teknolojilerin planlama çalışmalarına dahil edilmesini sağlamak, teknoloji geliştiricilerinin ve teknoloji uygulayıcılarının birlikte süreci yönlendirmek amaçları doğrultusunda Teknoloji Gelişim Zarfı yöntemi geliştirilmiştir.

Bu yöntemin uygulaması bir üretim biriminde gerçekleştirilmiştir. Bu bölümün bağlı olduğu firmada hedeflerle yönetim esas alınmıştır. Organizasyon en temel metriklerinden birisi enerji tüketimidir. Yapılan analizlerde aydınlatma sisteminin enerji tüketiminin %35-%40 ını oluşturduğu belirlenmiştir.

Enerji tüketimindeki hedeflere ulaşılması ve şirketin maliyet azaltılması strateji doğrultusunda aydınlatma sisteminin değiştirilmesi ve aydınlatma teknolojilerine yatırım yapılması kararlaştırılmıştır. Yatırım kararının verileceği aydınlatma teknolojisinin seçimi için Teknoloji Gelişim Zarfı yöntemi uygulanmıştır.

Öncelikli olarak teknoloji geliştiricileri ve uygulayıcıları grupları belirlenmiş ve bu kişiler çalışmanın teknoloji alternatiflerini tanımlamışlardır. Teknoloji değerlendirme için kriterler ve teknolojik faktörler belirlenmiştir. Metodolojinin adımlarından biri olan hiyerarşik modelleme için literatürdeki uygulamalardan farklı olarak AHP yerine AAP yöntemi tercih edilmiştir. Çünkü kriterler ve teknolojik faktörler bağımsız değildir; aralarındaki ilişkilerin sonuçlara dahil edilmesi için AAP yöntemi kullanılmıştır. Elde edilen çekicilik değerleri, teknoloji tahmin değerleri ve kriter ve teknolojik faktör ağırlıkları bilgileri ile çalışma için belirlenen zaman aralıklarında her bir teknolojinin teknoloji değeri hesaplanmıştır. Her bir zaman aralığındaki en yüksek değere sahip teknolojilerin birleştirilmesi ile aydınlatma teknolojileri için Teknoloji Gelişim Zarfı elde edilmiştir.

Elde edilen TGZ doğrultusunda şu anda metalhalojenür aydınlatma teknolojisi yerine LED aydınlatma teknolojisine yatırım yapılması kararlaştırılmıştır.

Bu çalışma ile organizasyon teknoloji yol haritası ve TGZ konseptleri ile tanıştırılmıştır. Organizasyon diğer yatırım kararlarında kullanılmak üzere örnek teşkil eden bir çalışma olmuş; teknolojinin stratejik planlamanın en temel bileşenlerinden biri olduğu gösterilmiştir.

Aydınlatma teknolojilerinin gelişimi zaman boyutu ile birlikte ortaya konulmuş; teknoloji uygulayıcılarının bu gelişimle ilgili farkındalığı artmıştır. Aydınlatma sistemlerinin yenilenmesi kararı alındığında metodolojinin esnekliği sayesinde model kolaylıkla güncellenebilecektir. Aydınlatma teknolojilerinin gelişimi ve TGZ yöntemi ile ilgili araştırma yapmak isteyen kişi ve/veya kuruluşlar için referans niteliğinde bir çalışma gerçekleştirilmiştir.

Teknoloji Gelişim Zarfı uygulamalarında literatürden farklı olarak, teknoloji öngörümü için Delphi ve hiyerarşik model için AHP yöntemlerinden farklı, duruma en uygun yöntemler uygulanabilir. Bu çalışmada hiyerarşik model için AAP kullanılması gibi ihtiyaca en çok cevap veren yöntemlerin kullanılması metodolojinin etkinliğini ve performansını olumlu yönde etkileyecektir. Aynı zamanda yonteme

market boyutunun eklenmesi yöntemi güçlendirecektir. Teknoloji yol haritası için market boyutunu dahil eden sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Ayrıca metodoloji sonucunda alınan karar sonuçlarının zaman içerisinde elde edilen gerçek verilere ne kadar uyduğunu gösteren bir gösterge bulunmamaktadır. Şirketlerin TGZ oluşturma bilgi ve becerilerini geliştirecek bu göstergenin literatüre kazandırılması bir diğer gelecek araştırma önerisidir.

KAYNAKLAR

- Abetti, P. A.** (1989).Technology: a key strategic resource.*Management Review*, **78**, 37-41.
- Boylestad, R. ve Nalshelsky, L.** (2000). *Endüstriyel Okullar İçin Elektronik Elemanlar ve Devre Teorisi*. Milli Eğitim Basımevi, İstanbul.
- Braun, E.**(1998).*Technology in context*. Routledge, London.
- Bruton, G. D. ve White, M. A.** (2007).*The management of technology and innovation: a strategic approach*. Thomson South-Western, Kanada.
- Carvalho, M.M., Fleury, A. ve Lopes, A. P.** (2013). An overview of the literature on technology roadmapping (TRM): Contributions and trends. *Technological Forecasting & Social Change*, 1-20.
- Daim, T., Gertsri, N., Koçkan, I. ve Kocaoğlu, D.** (2011). Technology Development Envelope Approach for The Adoption of Future Powertrain Technologies: A Case Study on Ford Otosan Roadmapping. *Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology*, **11**, 58-66.
- Fenwick, D., Daim, T. U. ve Gertsri, N.** (2009). Value Driven Technology Road Mapping (VTRM) process integrating decision making and marketing tools: Case of Internet security Technologies. *Technological Forecasting & Social Change*, **76**, 1055-1077.
- Gertsri, N. ve Kocaoğlu, D. F.** (2003). An Analytical Approach to Building a Technology Development Envelope (TDE) for Roadmapping of Emerging Technologies: A Case Study of Emerging Electronic Cooling Technologies for Computer Servers. *Proceedings of the Portland International Conference on Management of Engineering and Technology*, 380-389.
- Gertsri, N.** (2005). An Analytical Approach to Building a Technology Development Envelope (TDE) for Roadmapping of Emerging Technologies. *Proceedings of the Portland International Conference on Management of Engineering and Technology*, 123-135.
- Gertsri, N. ve Kocaoğlu, D. F.** (2007). Applying the Analytic Hierarchy Process (AHP) to build a strategic framework for technology roadmapping. *Mathematical and Computer Modelling*, **46**, 1071-1080.
- Gertsri, N., Vatananan, R. S. ve Dansamasatid, S.** (2009). Dealing with the dynamics of technology roadmapping implementation: A case study. *Technological Forecasting & Social Change*, **76**, 50-60.
- Gregory, M. J.** (1995).Technology management – a process approach.*Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers*,**21**, 347-356.

- Guo, W.** (2010). Technology Roadmapping as a New Tool of Knowledge Management. 2010 *Chinese Control and Decision Conference*, 1658-1661.
- Hall, D. L. ve Nauda A.** (1991). Strategic technology planning-developing roadmaps for competitive advantage. *Proceedings of the Portland International Conference on Management of Engineering and Technology*, **16**, 256-267.
- Koçkan, I., Yıldırım, A. I., Daim, T. U., Ergeneman, M. ve Gerdri, N.** (2009). Application of Technology Development Envelope (TDE) Approach for Future Powertrain Technologies: A Case Study of Ford Otosan. *Proceedings of the Portland International Conference on Management of Engineering and Technology*, 3349-3363.
- Lee, S. ve Park, Y.** (2005). Customization of technology roadmaps according to roadmapping purposes: Overall process and detailed modules. *Technological Forecasting & Social Change*, **72**, 567-583.
- Lee, H., Lee, S. ve Park, Y.** (2009). Selection of technology acquisition mode using the analytic network process. *Mathematical and Computer Modelling*, **49**, 1274-1282.
- Martin, H. ve Daim, T.U.** (2012). Technology roadmap development process (TRDP) for the service sector: A conceptual framework. *Technology in Society*, **34**, 94-105.
- Phall, R., Farrukh, C. J. P. ve Probert, D. R.** (2001). Characterisation of Technology Roadmaps: Purpose and Format. *Proceedings of the Portland International Conference on Management of Engineering and Technology*, 367-374.
- Phall, R., Farrukh, C. J. P. ve Probert, D. R.** (2004). Technology roadmapping-A planning framework for evolution and revolution. *Technological Forecasting & Social Change*, **71**, 5-26.
- Phall, R., Farrukh, C. J. P., Mills, J. F. ve Probert, D. R.** (2003). Customizing the Technology Roadmapping Approach. *Proceedings of the Portland International Conference on Management of Engineering and Technology*, 361-369.
- Saaty, T. L.** (1980). *The Analytic Hierarchy Process*. McGraw-Hill, New York.
- Saaty, T. L.** (1996). *Decision Making with Dependence and Feedback: The Analytic Network Process*. RWS Publications, Pittsburgh.
- Saaty, T. L.** (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Services Sciences*, **1**, 83-98.
- Vatananan, R. S. ve Gerdri, N.** (2010). The Current State of Technology Roadmapping (TRM) Research and Practice. *Proceedings of the Portland International Conference on Management of Engineering and Technology*, 1-10.

- Aslan, N.** (2005). *Analitik Network Prosesi* (yüksek lisans tezi). Adres:
<http://www.belgeler.com/blg/100/analitik-network-prosesi-analytic-network-process>
- Cebeci, U. ve Kılınç, M.** (t.y.). *Hastane yeri seçimine analitik hiyerarşi yöntemi uygulaması*. Alındığı tarih: 22.04.2013, adres:
www.ufukcebeci.com/Portals/57ad7180-c5e7-49f5.../hastane_yeri.doc
- Url-1** <<http://www.lightinglab.fi/IEAAnnex45/guidebook/5_lighting%20technologies.pdf>, alındığı tarih: 22.04.2013.
- U.S. Department of Energy.** (2013). *Solid-State Lighting Research and Development Multi-Year Program Plan*. Alındığı tarih: 23.04.2013, adres: <http://www1.eere.energy.gov/buildings/ssl/techroadmaps.html>.

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad:Tuğba İŞYAPAR

Doğum Yeri ve Tarihi: Mardin 09.10.1988

E-Posta: tugba_isyapar@hotmail.com

Lisans: İTÜ Endüstri Mühendisliği

Mesleki Deneyim ve Ödüller:

- Ford Otomotiv Sanayi A.Ş. Gövde Üretim Müdürlüğü Endüstri Mühendisi
- Görev tanımım doğrultusunda yürüttüğüm ve yürütmekte olduğum çalışma alanlarım: Zaman ölçümü ve analizi, iş sağlığı ve güvenliği, ergonomi, yalın üretim sistemleri, kalite yönetim sistemleri, eğitim organizasyonları, yatırım ve harcama bütçesi yönetimi, araç başı maliyet hesapları, mavi yaka özlük işleri ve atölye çalışma düzenleri belirlenmesi
- 6 Sigma Karakuşak
- Ford Europe President Health and Safety 2011-2012 tanınma ödülleri
- Ford Europe Chairman Leadership Awards for Diversity (2011) “İlk Kadın Kaportacı” başlıklı çalışma ile mansiyon ödülü
- Ford Europe Chairman Leadership Awards for Diversity (2012) “Sanayinin Sanatçıları” başlıklı çalışma ile mansiyon ödülü
- Koç Holding En Başarılı Koçlular yarışmasında “Sanayinin Sanatçıları” başlıklı çalışma ile işbirliği geliştirenler kategorisinde şampiyonluk ödülü