

Bulanık Bilişsel Haritalar Temelli Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi Değerlendirme Modeli

¹Özer Uygun and *¹Enes Furkan Erkan ²Betül Topçuoğlu

¹ Faculty of Engineering, Department of Industrial Engineering Sakarya University, Turkey

² Graduated from Faculty of Engineering, Department of Industrial Engineering Sakarya University, Turkey

Özet:

Teknoloji ve sanayileşmenin gelişmesiyle birlikte birçok çevresel sorun ortaya çıkmaktadır. Bu sorunları çözebilmek için çevreyi korumak, doğaya olabildiğince az zarar vermek gerekmektedir. Dünya'nın geleceği için kuruluşlara önemli görevler düşmektedir. Bu sebeple kuruluşlar artık her anlamda çevre dostu olan ve verimliliği de oldukça artıran yeşil tedarik zinciri yönetimini uygulamaya başlamışlardır. Yeşil tedarik zinciri yönetimini analitik olarak değerlendiren yöntemlerin yaygın olmaması işletmeler için önemli bir sorun teşkil etmektedir. Bu çalışma, işletmeleri yeşil tedarik zinciri yönetimi açısından değerlendirmeyi amaçlayan bir yaklaşım önermektedir. Değerlendirme için bulanık mantık ve bilişsel haritalar temelli bulanık bilişsel haritalar (BBH) yöntemi kullanılmıştır. İlk olarak uzman görüşlerine göre yeşil tedarik zinciri yönetimini etkileyen faktörlerin ilişki haritası oluşturulmuştur. Daha sonra BBH tekniği ile faktörler arasındaki ilişki ağırlıkları belirlenmiştir. Belirlenen ağırlıklar BBH algoritmasına girdi olarak sunularak değerlendirilen 3 şirketin yeşil tedarik zinciri yönetimi açısından gelecekte öngörülen durumları tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bulanık Bilişsel Haritalar, Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi

An Evaluation Model for Green Supply Chain Management Based on Fuzzy Cognitive Maps

Abstract:

Lots of environmental problems are emerged due to development technology and industrialization. We should protect the environment, damage as few as possible to nature for resolve these problems. Institutions have important missions for the world's future. For this reason, institutions started to implement green supply chain management which is nature friendly and which increases productivity. Analytical methods for evaluating green supply chain management are not common which is an important problem for organizations. The aim of this study is to propose an approach for evaluating firms with regards to green supply chain management. Fuzzy-logic and fuzzy cognitive maps techniques were used for evaluation. Primarily, relationship map of factors that affects green supply chain management are constituted. Later on, relationship weights between the factors are identified by fuzzy cognitive maps techniques. The identified weights are used through the fuzzy cognitive maps algorithms for anticipating future conditions of 3 evaluated companies in terms of green supply chain management.

Keywords: Fuzzy Cognitive Maps, Cognitive Maps, Green Supply Chain Management

*Özer Uygun: Address: Faculty of Engineering, Department of Industrial Engineering Sakarya University, 54187, Sakarya TURKEY. E-mail address: ouygun@sakarya.edu.tr, Phone: +902642955890

1. Giriş

Uzun seneler boyunca, işletmelerin yaydığı zararlı gazlar, doğaya bırakılan katı atıklar, sulara akıtılan kimyasal maddeler gibi olumsuz etkilerin dünyamızı kötü etkilemesi göz ardı edilmiştir. Ancak sanayi ve teknoloji ilerledikçe bu sorunlar artık göz ardı edilemeyecek seviyeye gelmiş ve 90'lı yılların sonunda dünyanın nasıl temizleneceği konusunda uluslararası bağlayıcı çözümler aranmaya başlanmıştır. Buna bağlı olarak şimdiki 'çevresel duyarlılık çağı' kurumların endüstriyel gelişimlerini sürdürürken çevreyi de korumaları gerektiği yönünde hedefler sunmaktadır [1]. Sanayilerdeki baca gazlarının insan sağlığına daha az negatif etki edecek şekilde düzenlenmesi, kimyasal sanayideki zehirli atıkların minimuma indirilmesi, kâğıt endüstrisinde kullanılan kâğıtların geri dönüşüme uygun olması gibi uygulamalar sektörel bazda çevreye daha duyarlı olabilmek adına yapılan bazı faaliyetlerdir. Kurumların çevre dostu olarak yaptığı çalışmalar, 'yeşil' sıfatıyla anılmaktadır.

Tedarik zinciri yönetimi, tedarikçiden son müşteriye kadar, bir dağıtım kanalının toplam akışını yöneten, bütünleştirici bir felsefedir [2]. Tedarik zinciri yönetimindeki tüm faaliyetlerin çevreye duyarlı hale getirilmesi yani yeşil yönetime göre tekrar düzenlenmesi halinde kurumlar da müşteriler de bu durumdan daha fazla memnun kalacaktır. Bunun sebebi, zorlaşan rekabet şartlarında kurumların diğerlerinden bir adım öne çıkmak için sosyal sorumluluk düşüncesi içinde, doğayı korumak adına yaptıkları çalışmalar karşılığında daha fazla tercih edilip maddi anlamda kazanç sağlayacak olmalarıdır.

Yeşil tedarik zinciri yönetimi, tedarik zincirinin yeşil yönetime ve tersine lojistiğe göre tekrar düzenlenmesiyle elde edilen bir yönetim şeklidir [3]. Yeşil tedarik zinciri yönetimi, stratejik kararlardan taktiksel kararlara kadar olumsuzlukları azaltır ve kontrol mekanizmasını güçlendirir, kaynak kullanımını azaltır, geri dönüşüme olanak sağlar ve kuruma her anlamda fayda sağlar. Yeşil tedarik zinciri faaliyetleri; yeşil pazarlama, yeşil satın alma, yeşil üretim, yeşil tasarım, yeşil lojistik olarak sıralanabilir.

Yeşil satın alma faaliyeti, yeşil tedarik zinciri yönetimindeki en önemli faaliyettir. Yeşil satın alma kararları, yeniden kullanılabilir, geri dönüştürülebilir ya da geri dönüşümü yapılmış malzemeleri satın alma faaliyetleridir. Satın alınacak ürünün çevresel tasarım spesifikasyonlarının olması ve iyi belirlenmesi gerekir [4]. Yeşil üretim, çevre etkileri düşük girdiler kullanan, yüksek verimliliğe sahip olan ve çok az veya sıfır atık içeren ve kirlilik oluşturmayan üretim süreçlerini kapsar. Bu tanımıyla yeşil üretim atık ve kirliliğin engellenmesi veya azaltılmasını, geri dönüşümü ve yeşil ürün tasarımını içeren faaliyetler çerçevesinde ele alınabilir [5]. Yeşil üretim, çevre etkileri düşük girdiler kullanan, yüksek verimliliğe sahip olan ve çok az veya sıfır atık içeren ve kirlilik oluşturmayan üretim süreçlerini kapsar. Bu tanımıyla yeşil üretim atık ve kirliliğin engellenmesi veya azaltılmasını, geri dönüşümü ve yeşil ürün tasarımını içeren faaliyetler çerçevesinde ele alınabilir [5]. Yeşil lojistik, lojistik kavramına ek olarak yenilenmeyen doğal kaynakların tüketimi, gaz emisyonu, gürültü kirliliği, zehirli ve zehirli olmayan çöplerin imha edilmesi gibi konulara yoğunlaşarak katlanılabilir bir maliyetle tüketiciye son ürünü ulaştırmayı hedeflemektedir [6]. Tersine lojistik, "değerinin geri kazanılması veya uygun şekilde yok edilebilmesi için ürünün ve bilginin tüketim noktasından orijin noktasına doğru akışının etkinleştirilmesi için yapılan planlama, uygulama ve kontrol aktiviteleridir [7].

Şirketler ve organizasyonlar çevresel riskler konusunda bilinçlendikçe karbon yönetimi kurumsal sosyal sorumluluk ve performans yönetimi için daha fazla önem kazanıyor. Karbon yönetimi şirketlerin emisyonlarını azaltmak ve potansiyel enerji verimliliği projelerini tespit etmek için de bir araç oluyor. İklim değişikliğine yol açan malzeme ya da hareketler genellikle şirket ya da organizasyon için en büyük maliyet kalemleri arasında yer alıyor. Bunların azaltılması hem karbon salınımının azaltılması hem de maliyetlerin düşürülmesi anlamına geliyor. Karbon yönetimi operasyonel maliyetleri düşürmeye ek olarak tüketiciler gözünde marka değerini de artırıyor ve her iki nedenle de rekabet avantajı sağlıyor.

Küresel ısınmanın hızla arttığı bu zamanlarda müşterilerin çevreyi koruma konusundaki hassasiyeti artmış ve talepleri de bu doğrultuda oluşmuştur. Bunun karşılığında firmalar hem kendi verimliliklerini artırmak hem de müşterilerini daha fazla memnun edebilmek amacıyla yeşil tedarik zinciri yönetimini uygulamaya başlamışlardır.

Bulanık bilişsel haritalama yöntemi, uzmanların dilsel ifadelerle belirttikleri fikirlerinin üyelik fonksiyonları yardımıyla sayısal ifadelerle dönüştürülmesini sağlar ve bu yüzden özellikle yorumlar üzerinden karar verilecek durumlarda büyük kolaylık sağlar. Yeşil tedarik zinciri yönetimi değerinin ne zaman dengeye ulaşacağına karar vermek için de sayısal ifadelerden ziyade uzman görüşlerinden yararlanılmıştır ve bulanık bilişsel haritalar bu konuda oldukça büyük bir kolaylık sağlamıştır.

Bu çalışmanın amacı, yeşil tedarik zinciri yönetiminin belirtilen faaliyetlerini uygulayan firmaların ne kadar süre sonra dengeye ulaşip istenilen duruma geleceğini bulanık bilişsel haritalama yardımıyla tespit etmektir.

Çalışmanın 2. bölümünde uygulama kısmında kullanılmış olan bulanık bilişsel haritalar anlatılmış ve formülleri belirtilmiştir. 3. bölümde ise yeşil tedarik zinciri yönetiminin BBH yöntemiyle değerlendirilmesine dair yorumlarda bulunulmuştur.

2. Method

2.1. Bulanık Bilişsel Haritalar

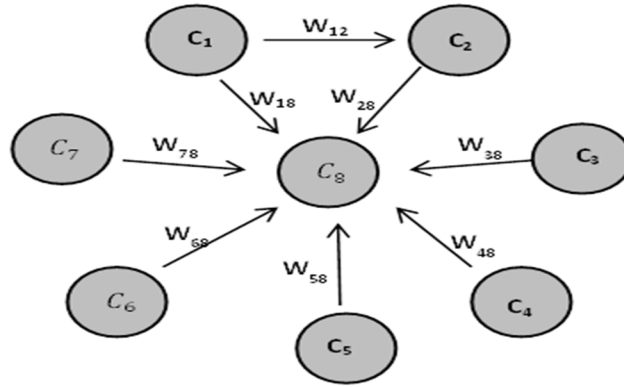
Bulanık mantığın bilişsel haritalarda kullanılması bilişsel haritaların farklı alanlara daha kolay adapte edilmesini sağlamıştır. Kavramlar arası ilişkilerin sayısal ifadeler yerine bulanık kümelerle tanımlanması nitel bir model oluşturmakta ve uzmanların hassas sayısal ifadelerden kaçınarak uzmanlık alanındaki bilgileri basit dilsel ifadelerle sisteme aktarmasını sağlamaktadır. Metodu ön plana çıkaran özellikler; sistemin matematiksel denklemler yerine grafiksel olarak üyelik fonksiyonlarıyla temsil edilmesi, sistemin tanımlanmasında günlük konuşma dilinin kullanılmasıdır. Bu özellikler yabancı uzmanların metodu daha kolay ve doğru anlamasını sağlamakta ve metodun farklı alanlara uygulanabilme yetisini artırmaktadır.

BBH, bulanık mantık ve bilişsel haritaların bir kombinasyonudur. Kompleks sistemler içindeki çoklu faktörler arasındaki nedenselliği belirten bir grafik yapısıdır [8].

BBH'lar, sistemi bir bütün olarak ifade edebilmektedirler. İlgili alandaki bilgi sahibi uzmanlardan görüşleri alınarak sistem haritası oluşturulur. Haritanın kapsamı etkileşimlerin gösterilmesidir. BBH'ların en büyük avantajı eksik bilgi ile çalışabilmesidir. Eğer koşullarda herhangi bir değişiklik olursa bu değişim kolayca sisteme yansıtılabilmektedir [9].

Şekil 1'de basit bir BBH yapısı gösterilmektedir. Oklar faktörler arasındaki nedenselliği göstermektedir. Okun ucundaki faktör etkilenen faktörü göstermektedir. W, sistemdeki her faktör arasındaki ilişkinin ağırlığını göstermektedir. Ağırlık ile ilgili 3 durum olabilmektedir [10];

- 1-) C_i, C_j 'yi pozitif olarak etkiler. Bunun anlamı eğer C_i faktöründe pozitif yönlü bir artış olursa, C_j de artacaktır ($W_{ij}>0$).
- 2-) C_i, C_j 'yi negatif olarak etkiler. Bunun anlamı eğer C_i faktöründe pozitif/negatif yönlü bir artış olursa, C_j 'de negatif/pozitif yönlü zıt bir artış olacaktır ($W_{ij}<0$).
- 3-) C_i ve C_j birbirini etkilememektedir ($W_{ij}=0$).



Şekil 1. Basit Bir B.B.H. Yapısı

Her C_i kavramsal değişkeni için kavramsal değişken değeri A_i aşağıdaki şekilde hesaplanır:

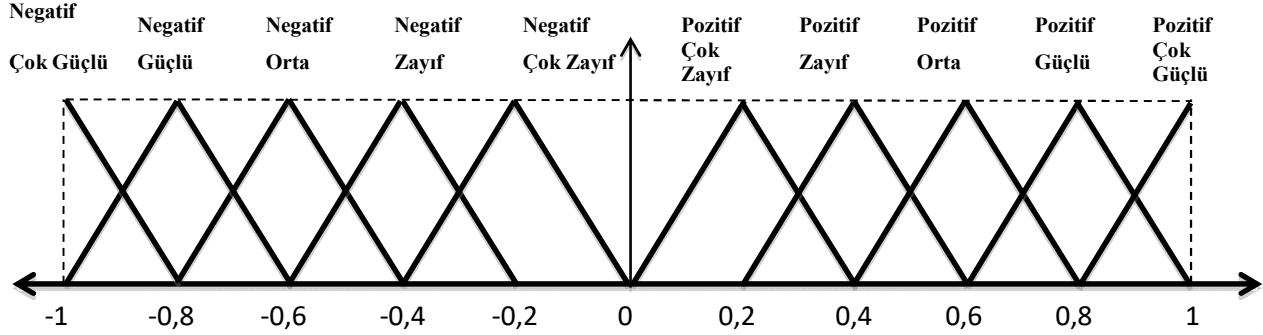
$$A_i^t = f\left(\sum_{j=1}^n A_j^{t-1} W_{ji} + A_j^{t-1}\right) \quad (1)$$

A_i^t , C_i kavramsal değişkeninin t zamanındaki değerini; A_i^{t-1} , C_i kavramsal değişkenini etkileyen C_j kavramsal değişkenlerinin $(t-1)$ zamanındaki değerini; W_{ji} , C_j kavramsal değişkeninden C_i kavramsal değişkenine olan etki değerini; ve f eşik fonksiyonunu göstermektedir.

Bulanık Bilişsel Haritalarda kullanılan sigmoid ve tanjant olmak üzere 2 çeşit eşik değer fonksiyonu kullanılmaktadır. Bu çalışmada eğilimin daha iyi görülebilmesi için aşağıdaki tanjant fonksiyonu kullanılmıştır. Bu fonksiyon ile değerler -1 ile 1 arasına çekilmektedir. X ile belirtilen değer formül (1)'den gelmektedir.

$$f = \frac{e^{2x}-1}{e^{2x}+1} \quad (2)$$

Birçok problem karar vericilere sayısal veri kullanmak için gerekli imkanı sağlayamaz. BBH dilsel değişkenler yapısıyla problem çözebilme yeteneğine sahip bir metottür. Bu çalışmada, yeşil tedarik zincirinin eğilimini değerlendirmek için dilsel değişken yapısına uyumlu BBH kullanılmıştır. İlgili alandaki her uzman kendi görüşünü şekil 2’deki dilsel değişkenler ile belirtmiştir.



Şekil 2. Dilsel Değişkenler Yapısı

Dilsel değişkenler $[-1,1]$ aralığında değerler alabilmektedirler. Faktörler arasındaki etkinin gücünü bulunduğu aralık belirlemektedir. Şekil 2’de belirtilen yapıda 10 adet etki dilsel değişkeni bulunmaktadır (Negatif çok güçlü, negatif güçlü, negatif orta, negatif zayıf, negatif çok zayıf, pozitif çok zayıf, pozitif zayıf, pozitif orta, pozitif güçlü, pozitif çok güçlü). Herhangi bir standart form halinde dilsel değişken yapısı bulunmamaktadır. Dilsel değişkenlerin sayısı karar vericilerin inisiyatifi altındadır. Fakat unutulmamalıdır ki çok fazla sayıda olan dilsel değişken faktörler arasındaki etkinin tanımlanmasını çok zorlaştıracaktır.

2.2. BBH Çıkarım Algoritması

Sistem yapısı oluşturulduktan sonra, BBH algoritması aşağıdaki gibi çalıştırılır;

Adım 1 : Var olan sistem durumunu gösteren $A^{(k)}$ vektörü tanımlanır.

Adım 2 : (1) ve (2) formülleri uygulanarak $A^{(k+1)}$ elde edilir.

Adım 3 : Elde edilen $A^{(k+1)}$, bir sonraki iterasyonun yeni $A^{(k)}$ vektörüdür.

Adım 4 : Adım 2 ve 3 $A^{(k+1)} - A^{(k)} < 0,001$ eşitliği sağlanana kadar tekrar edilir.

Her $A^{(k+1)}$ daha önceden uzmanlar tarafından tanımlanmış olan t zamanındaki sistemin durumunu göstermektedir.

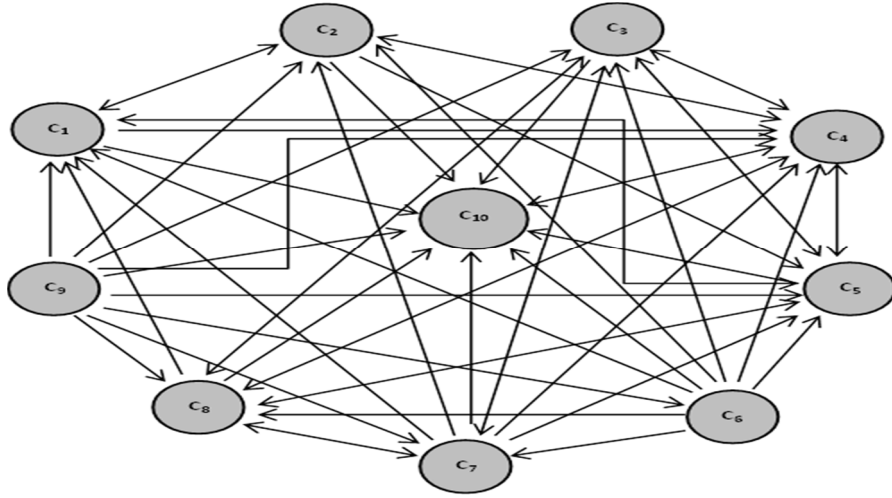
3. Uygulama

Bu çalışmada ilk olarak yeşil tedarik zinciri yönetiminin faaliyetleri belirlenmiş ve uzmanlar tarafından bu faaliyetler için bir ilişki haritası oluşturulmuştur. Faaliyetler Tablo 1’de gösterilmiştir. Daha sonra ilişkiler 3 uzman tarafından yorumlanmış bulanık mantık yardımıyla; ağırlık merkezi yöntemi kullanılarak sayısal değerler elde edilmiştir. Elde edilen bu değerler BBH algoritmasına girilmiştir ve sonuçlar elde edilmiştir.

Tablo 1. YTZY Faktörleri

C1: Yeşil Tasarım	C6: Yönetmeliklerin Bilinmeme Durumu
C2: Yeşil Satın Alma	C7: Tersine Lojistik
C3: Yeşil Lojistik	C8: Karbon Yönetimi
C4: Yeşil Pazarlama	C9: Gelenekselci Yaklaşım
C5: Yeşil Pazarlama	C10: YTZY Performansı

Şekil 3’de uzmanlar tarafından alınan görüş birliği ile yeşil tedarik zinciri yönetimini etkileyen faktörlere ait sistemin durumunu ortaya koyan bir ilişki haritası görülmektedir.



Şekil 3. YTZY İlişki Haritası

Daha sonra faktörler arasındaki ilişkilerin ağırlıklarının bulunabilmesi için uzmanlar ayrı ayrı Şekil 2’deki dilsel değişkenlerden yorumlar yapmışlardır. IF-THEN kurallarıyla etkiler belirlenmiştir. Ortak bir etki ağırlığı belirleyebilmek için üyelik fonksiyonu değerleri toplanmış ve ağırlık değerleri bulunmuştur. Bulunan ağırlık değerleri Tablo II’de gösterilmiştir.

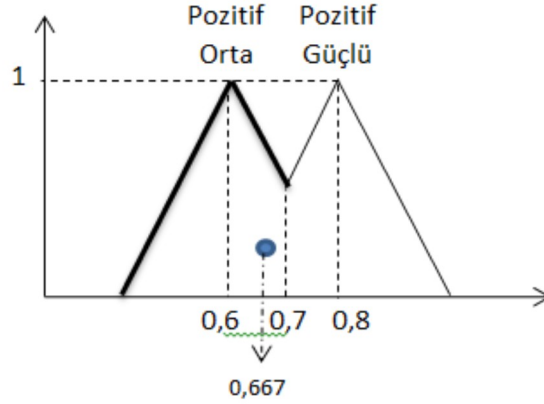
Ağırlık merkezi hesaplanırken Şekil 2’deki üyelik fonksiyonundan faydalanılır. Dilsel ifadeler karşılık gelen değerlerin ortalamasının alınmasıyla hesaplanır. Aşağıda örnek bir çözüm verilmiştir.

YT, Çok Düşük ise YSA → Çok Düşük
 YT, Düşük ise YSA → Düşük
 YT, Orta ise YSA → Düşük
 YT, Yüksek ise YSA → Orta
 YT, Çok Yüksek ise YSA → Orta

Yeşil tasarımın artması yeşil satın almayı aynı seviyede artırmadığı için uzmanın bu konudaki yorumu ‘**pozitif orta**’ şeklinde olmuştur.

- 1.Uzman: Pozitif Orta
- 2.Uzman: Pozitif Orta
- 3.Uzman: Pozitif Güçlü

şeklinde yorum yapmış olursa şekil 4’de gösterildiği gibi (Koyu renk olan iki uzmanın aynı yorumu yaptığını göstermektedir) ağırlık merkezi hesaplanır.



Şekil 4. Ağırlık Merkezi Yöntemi ile Etki Hesaplama

Tablo 2. Faktörler Arasındaki İlişki Matrisi

W_{ij}	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
C1	0	0,467	0	0,6	0	0	0	0	0	0,667
C2	0,4	0	0	0,533	0,6	0	0	0	0	0,6
C3	0	0	0	0	0,733	0	0,867	0,8	0	0,733
C4	0	0,667	0,467	0	0,733	0	0	0,733	0	0,8
C5	0,467		0,667	0,6	0	0	0	0,8	0	0,8
C6	-0,533	-0,4	-0,333	-0,733	-0,733	0	-0,667	-0,8	0	-0,6
C7	0,533	0,533	0,8	0,6	0,8	0	0	0,467	0	0,8
C8	0,333		0,733	0,533	0,333	0	0,467	0	0	0,667
C9	-0,533	-0,4	-0,4	-0,733	-0,567	0,467	-0,6	-0,733	0	-0,667
C10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Faktörlerin merkeziet derecesi hesaplanırken ilişki haritasında kriterler arasındaki negatif ya da pozitif değerlerin her biri kendi içinde toplanır ve kendi merkeziet derecelerini oluştururlar. Örneğin C1 için merkeziet derecesi hesaplanırken C1’in etkilediği ve C1’in etkilendiği tüm etkileşimlerin ağırlık değerleri Tablo 2’den alınarak toplanır.

$$C1 \text{ Merkeziet Derecesi} = |C1 \rightarrow C2| + |C1 \rightarrow C4| + |C1 \rightarrow C10| + |C2 \rightarrow C1| + |C5 \rightarrow C1| + |C6 \rightarrow C1| + |C7 \rightarrow C1| + |C8 \rightarrow C1| + |C9 \rightarrow C1|$$

$$C1 \text{ Merkeziet Derecesi} = |0,467| + |0,6| + |0,667| + |0,4| + |0,467| + |-0,533| + |0,533| + |0,333| + |-0,533| = 4,533$$

Bu hesaplama tüm faktörler için uygulandığında aşağıdaki değerler elde edilmiştir.

Tablo 3. Faktörleri Merkeziyet Dereceleri

Yeşil Tasarım	4,533
Yeşil Satın Alma	4,6
Yeşil Lojistik	6,533
Yeşil Üretim	7,732
Yeşil Pazarlama	7,833
Yönetmeliklerin Bilinmemesi	5,266
Tersine Lojistik	7,134
Karbon Yönetimi	7,399
Gelenekselci Yaklaşım	5,1

Elde edilen değerlere göre yeşil tedarik zinciri yönetimi için en etkili kriterin 7,833 değerine sahip olan yeşil pazarlama olduğu kanısına varılmıştır. En az etkili kriter ise en küçük değere sahip olan yeşil tasarım kriteridir.

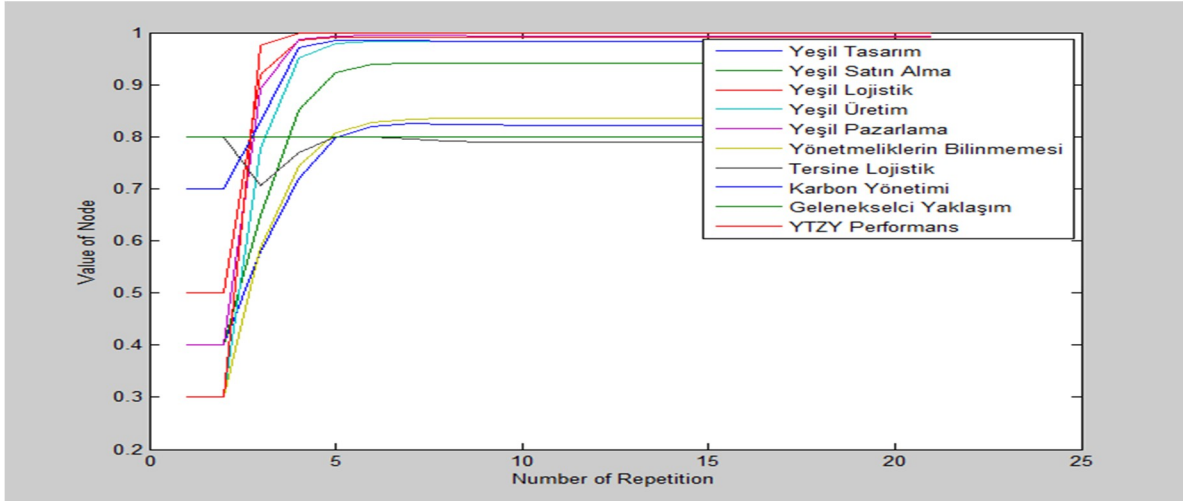
Elde edilen sonuç, yeşil pazarlama kriterindeki değişimin YTZY'yi diğer kriterlere göre daha fazla etkileyeceği anlamına gelmektedir. Aynı mantıkla analiz sonucu en az etkili kriter olduğu kanısına varılan yeşil tasarımdaki değişim ise YTZY'yi diğer kriterlere göre daha az etkileyecektir.

Tablo 2'de verilen ağırlıklar hesaplandıktan sonra, 3 adet firma yeşil tedarik zinciri yönetimi açısından BBH kullanılarak değerlendirilmiştir. Mevcut durum vektörünün bulunmasında uzman görüşleri kullanılmış ve $A^{(1)}$ vektörü hesaplanmıştır.

Uygulama 1: Firma 1, uzmanların değerlendirmesi sonucunda yeşil tasarım, yeşil satın alma, yeşil üretim, yeşil pazarlama, yönetmeliklerin bilinmemesi ve yeşil tedarik zinciri yönetiminden düşük, yeşil lojistikten orta, tersine lojistik, karbon yönetimi, gelenekselci yaklaşımdan ise yüksek değerler almıştır. Firma 1'e ait A matrisi aşağıdaki gibidir.

$$A=[0.4 \ 0.4 \ 0.5 \ 0.3 \ 0.4 \ 0.3 \ 0.8 \ 0.7 \ 0.8 \ 0.3]$$

Bu değerler algoritmaya girildikten sonra Şekil 5'deki gibi bir sonuç elde edilir:



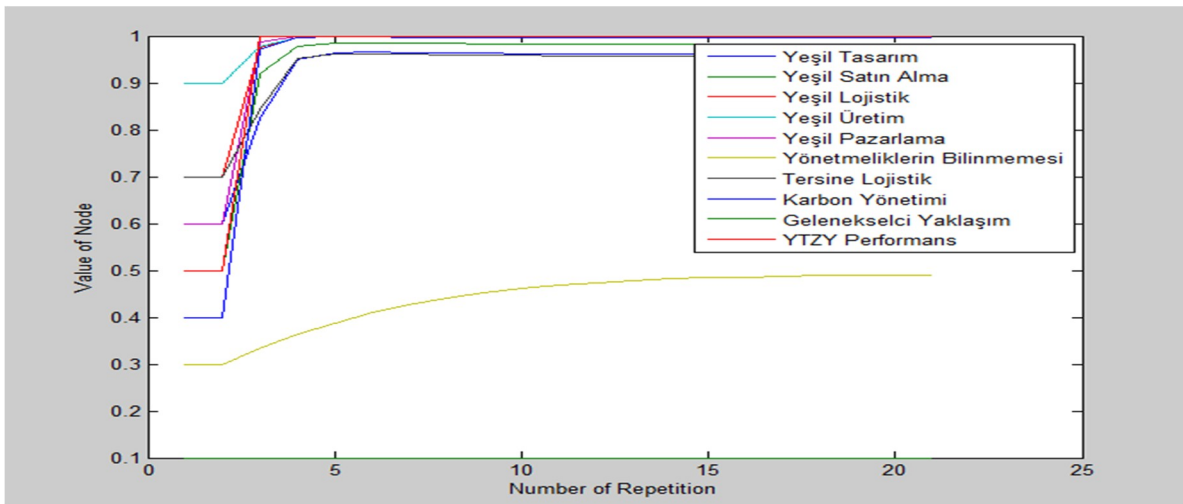
Şekil 5. Firma 1'in YZY Faktör Değerleri

Gelenekselci yaklaşım, hiçbir kriterden etkilenmeyip hepsine negatif etki etmektedir. Bu sebeple yüksek bir değere sahip olması Firma 1 için istenmeyen bir durumdur. Yeşil üretime ve diğer düşük kriterlere firma içerisinde daha fazla önem gösterilirse firma yeşil tedarik zinciri yönetimi konusunda daha iyi bir seviyede olacaktır. Mevcut durumda yeşil tedarik zinciri yönetimi 4 iterasyon sonra istenilen seviyeye ulaşacaktır.

Uygulama 2: Firma 2, uzmanların değerlendirmesi sonucunda yeşil tasarım, yeşil lojistik, yeşil üretim, yeşil pazarlama, tersine lojistik kriterlerinden yüksek; yeşil satın alma ve yeşil tedarik zinciri yönetiminden orta; yönetmeliklerin bilinmemesi, karbon yönetimi ve gelenekselci yaklaşımdan düşük değerler almıştır. Firma 2'ye ait A matrisi aşağıdaki gibidir.

$$A=[0.6 \ 0.5 \ 0.7 \ 0.9 \ 0.6 \ 0.3 \ 0.7 \ 0.4 \ 0.1 \ 0.5]$$

Bu değerler algoritmaya girildikten sonra aşağıdaki Şekil 6'daki sonuç elde edilir.



Şekil 6. Firma 2'nin YZY Faktör Değerleri

Yeşil üretim oldukça iyi bir seviyededir; bu YTZY için istenen bir durumdur. Gelenekselci yaklaşım ve yönetmeliklerin bilinmemesi Firma 2 için oldukça düşük değerler almıştır. Bu yeşil tedarik zinciri yönetimi için olumlu bir durumdur çünkü gelenekselci yaklaşım ve yönetmeliklerin bilinmemesi yeşil tedarik zinciri yönetimini ve diğer tüm kriterleri olumsuz yönde etkilemektedir. Yeşil üretim ve yeşil pazarlama da ortalamanın üstünde bir seviyededir. Grafikte de görüldüğü gibi tersine lojistik ve karbon yönetimi haricindeki kriterlerin 3-4 iterasyon sonra istenilen seviyeye ulaştığı görülmektedir.

Uygulama 3: Firma 3, uzmanların değerlendirmesi sonucunda gelenekselci yaklaşım ve yönetmeliklerin bilinmemesi kriterleri haricinde çok kötü değerler almıştır. Firma 3'e ait A matrisi aşağıdaki gibidir.

$$A=[0.2 \ 0.3 \ 0.1 \ 0.4 \ 0.2 \ 0.6 \ 0.4 \ 0.2 \ 0.8 \ 0.1]$$

Bu değerler algoritmaya girildikten sonra aşağıdaki Şekil 7'deki sonuç elde edilir.

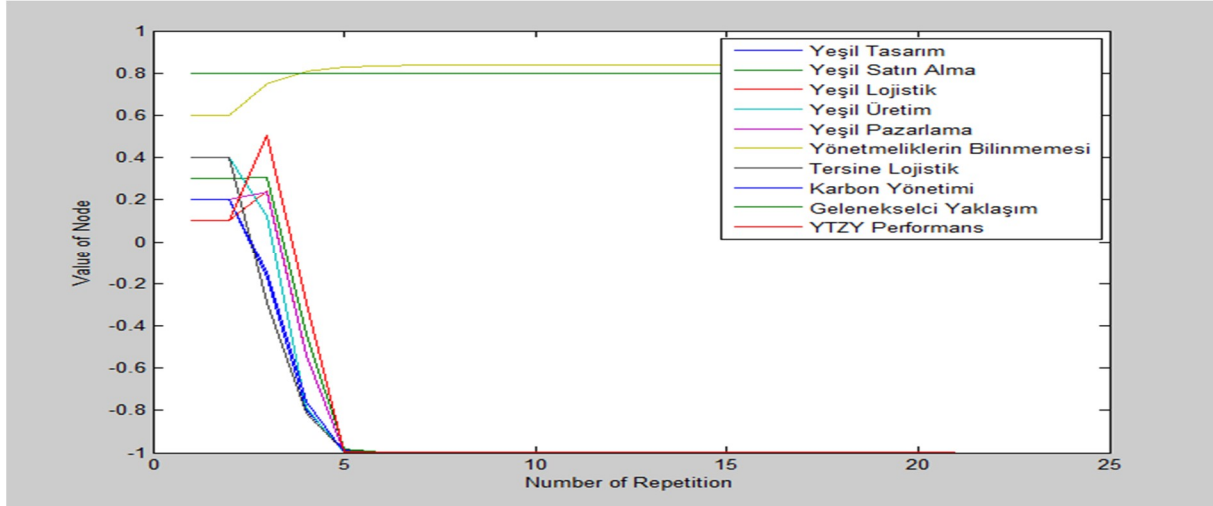


Figure 7. Firma 3'ün YTZY Faktör Değerleri

Yeşil tedarik zinciri yönetimi uygulamalarından hiçbirine gerekli değeri göstermemiş olan Firma 3'ün, bu şekilde devam ederse hiçbir zaman yeşil tedarik zinciri yönetimi konusunda iyi bir yere gelemeyeceği kanısına varılmıştır. Yeşil tedarik zinciri yönetimi ilk 2 iterasyonda biraz artış gösterip sonrasında hızlı bir düşüş göstermiştir. Firma 3, yeşil faaliyetlere önem vermediği için verimliliği ve tercih edilirliliği de oldukça azdır.

4. Sonuç

Yeşil tedarik zinciri yönetimi son zamanlarda firmalar için önem kazanıp, önemli bir rekabet konusu haline gelmiştir. Çevreye duyarlılığın artması sonucunda müşterilerin talepleri de bu yönde değişmiştir, bu sebeple firmaların yeşil tedarik zinciri yönetimini uygulamaları hem kendi verimliliklerini hem de tercih edilme oranını artırır.

Yeşil tedarik zinciri yönetimi uygulayan firmaların, bu konuda ne durumda olduklarını tespit edebilecekleri ve ne zaman istenilen seviyeye ulaşacaklarını öğrenebilecekleri; kısaca YTZY konusunda yol gösterici sayısal bir çalışma bulunmamaktadır.

Bu çalışmanın amacı belirlenen firmaları yeşil tedarik zinciri yönetimi açısından değerlendirmek ve ne kadar süre sonra dengeye ulaşacaklarını belirlemektir. Bu karmaşık yapının çözümlenebilmesi için bulanık bilişsel haritalar yönteminden faydalanılmıştır.

Bu çalışmada 3 firma yeşil tedarik zinciri yönetimi açısından değerlendirilmiştir. Değerlendirmeler sonucunda 2. firmanın 1. firmaya göre daha kısa sürede dengeye ulaşmış, YTZY açısından istenilen duruma geleceği görülmüştür. Bunun sebebi olarak da mevcut YTZY ve analize göre de en önemli çıkan yeşil pazarlama değerinin daha yüksek olması gösterilebilir. Bunun yanında YTZY'ye negatif etkisi olan gelenekselci yaklaşım kriterinin de 1. firmaya göre oldukça küçük olmasıdır. 3. firmanın ise YTZY açısından çok kötü bir durumda olduğu görülmüş ve bu şekilde devam ederse hiçbir zaman YTZY'de iyi bir konuma gelemeyeceği kanısına varılmıştır.

KAYNAKÇA

- [1] Akıncı, H.M., 2013. Bulanık Bilişsel Haritalar Yardımıyla İnsan Duygularının Modellenmesi. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [2] Martha C. Cooper, Lisa M. Ellram, 1993. Characteristics of Supply Chain Management and the Implications for Purchasing and Logistics Strategy. *Int. J. Logist. Manag.* 4, 13–24. doi:10.1108/09574099310804957
- [3] Erdem, G., 2013. Tedarik zinciri yönetimi uygulamalarının benimsenmesinin, tedarik zinciri ve işletme performansına etkisi (Thesis).
- [4] Hokey Min, William P. Galle, 2001. Green purchasing practices of US firms. *Int. J. Oper. Prod. Manag.* 21, 1222–1238. doi:10.1108/EUM0000000005923
- [5] Büyüközkan, G., Vardaloğlu, Z., 2008. Yeşil tedarik zinciri yönetimi. *Lojistik Derg.* 8, 66–73.
- [6] Bolat, H.B., Bayraktar, D., Öztürk, M., Turan, N., 2011. Yeşil Lojistik Zincirinde Araç Rotalama Problemi İçin Bir Model Önerisi. İstanbul Ticaret Üniversitesi.
- [7] Nakiboğlu, G., 2007. TERSİNE LOJİSTİK: ÖNEMİ VE DÜNYADAKİ UYGULAMALARI. *Iktis. Ve İdari Bilim. Fakültesi Derg.* 9, 1–16.
- [8] B. Kosko, “Fuzzy cognitive maps,” *Int. J. Man-Mach. Stud.*, vol. 24, no. 1, pp. 65–75, Jan. 1986.
- [9] E. I. Papageorgiou, A. T. Markinos, and T. A. Gemtos, “Fuzzy cognitive map based approach for predicting yield in cotton crop production as a basis for decision support system in precision agriculture application,” *Appl. Soft Comput.*, vol. 11, no. 4, pp. 3643–3657, Jun. 2011.
- [10] P. P. Groumos, “Fuzzy Cognitive Maps: Basic Theories and Their Application to Complex Systems,” in *Fuzzy Cognitive Maps*, M. Glykas, Ed. Springer Berlin Heidelberg, 2010, pp. 1–22.