



T.C.

ORDU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SEZGİSEL NEUTROSOPHIC ESNEK GRAFLAR

ONUR ZİHNİ

DOKTORA TEZİ
MATEMATİK ANABİLİM DALI

ORDU2022

TEZ BİLDİRİMİ

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan ve kullanılan intihal tespit programının sonuçlarına göre; bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdiği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

ONUR ZİHNİ

Bu çalışma Ordu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğünün B-1915 numaralı projesi ile desteklenmiştir.

Not: Bu tez de kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

SEZGİSEL NEUTROSOPHIC ESNEK GRAFLAR
ONUR ZİHNİ
ORDU ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ, 122 SAYFA

(TEZ DANIŞMANI: DOÇ. DR. YILDIRAY ÇELİK)

Çeşitli alanlardan kaynaklanan belirsizliğin tek bir matematiksel yaklaşımla ele alınamayacağı açıktır. Belirsizlik içeren problemlerin matematiksel olarak modellenmesi ve buna göre çözümlerin geliştirilmesi disiplinler arası araştırmaların en önemli konularından biridir. Bu nedenle belirsizlik içeren problemlerin çözümü için bir çok teori geliştirilmiştir. Bunlardan bazıları bulanık küme teorisi, sezgisel bulanık küme teorisi ve bulanık esnek küme teorisidir. Öte yandan neutrosophic küme, eksik ve belirsiz bilgilerle başa çıkmak için geliştirilmiş yeni bir matematiksel yaklaşımdır. Neutrosophic küme, sezgisel bulanık küme teorisinin bir genellemesidir. Neutrosophic kümeler doğru, belirsizlik ve yanlış üyelik fonksiyonları adı verilen üç üyelik fonksiyonu yardımıyla ifade edilir. Diğer bulanık modeller ile karşılaştırıldığında, neutrosophic esnek modeller karmaşık sistemler için daha hassas değerlendirme sağlar.

Bir çok farklı alanda karmaşık problemlerin çözümünde kullanılan graf teorisi önemli bir matematiksel araçtır. Graflar, verilen kümedeki elemanlar arasındaki ilişkiyi ortaya koymak için kullanılır. Graf teorisi ve bulanık grafik teorisi sağladıkları kolaylıklar nedeniyle karmaşık sistemlerin modellenmesinde birçok uygulama bulmaktadır. Teorik bakış açısıyla değerlendirildiğinde, graflar özellikle esnek kümeler, bulanık esnek kümeler, neutrosophic kümeler, neutrosophic esnek kümeler olmak üzere farklı küme yapıları üzerinde birçok kez değerlendirilmiştir.

Bu tez çalışması, grafların ve sezgisel neutrosophic esnek kümelerin bir kombinasyonu olan sezgisel neutrosophic esnek graf kavramı ile tasarlanmıştır. Bu çalışmada biz sezgisel neutrosophic esnek graf kavramını veriyoruz, sezgisel neutrosophic esnek graflar üzerinde bazı yeni işlemleri tanıtıyoruz ve bunları sezgisel neutrosophic esnek kümeleri de kullanarak uygun örneklerle detaylandırıyoruz. Ayrıca verilen kavramlar aracılığıyla sezgisel neutrosophic esnek grafların bazı dikkat çekici özelliklerini araştırıyoruz. Üstelik, bir karar verme probleminde sezgisel neutrosophic esnek grafların uygulamasını tartışıyoruz.

AnahtarKelimeler: Esnek Küme, Neutrosophic Küme, Sezgisel Neutrosophic Esnek Küme, Sezgisel Neutrosophic Graf, Sezgisel Neutrosophic Esnek Graf

ABSTRACT

INTUITIONISTIC NEUTROSOPHIC SOFT GRAPHS

ONUR ZİHNİ

ORDU UNIVERSITY INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED
SCIENCES

MATHEMATICS

PHD THESIS, 122 PAGES

(SUPERVISOR: ASSOC. PROF. YILDIRAY ÇELİK)

It is clearly stated that uncertainty arises from various areas cannot be captured within a single mathematical approach. Mathematical modelling of problems with uncertainty and development of solutions accordingly is one of the most important issues in interdisciplinary research. For this reason, many theories have been developed for solving problems involving uncertainty. Some of these are fuzzy set theory, intuitionistic fuzzy set theory and fuzzy soft set theory. On the other hand, the neutrosophic set is a new mathematical approach which is developed for dealing with incomplete and indeterminate information. Neutrosophic set is a generalization of the intuitionistic fuzzy set theory. The neutrosophic sets are expressed with the help of three membership functions named truth, indeterminacy, and falsity membership function. As compared to the other fuzzy models, the neutrosophic soft models provide more sensitive evaluation for the complex systems.

Graph theory which is used to solve the complicated problems in many different fields is an important mathematical tool. Graphs are used to put forth a relationship between elements in a given set. Graph theory and fuzzy graph theory are finding many applications in modeling complicated systems because of their conveniences. Theoretical point of view, graphs have been many times evaluated on different set structures especially soft sets, fuzzy soft sets, neutrosophic sets, neutrosophic soft sets etc.

This thesis work is designed with the concept of intuitionistic neutrosophic soft graph structure which is a combination of graphs and intuitionistic neutrosophic soft sets. In this study, we give the notion of intuitionistic neutrosophic soft graphs, introduce some new operations on intuitionistic neutrosophic soft graphs and elaborate them with suitable examples by using intuitionistic neutrosophic soft sets. Also, we investigate some remarkable properties of intuitionistic neutrosophic soft graphs via given concepts. Moreover, we discuss the application of the intuitionistic neutrosophic soft graphs on a decision-making problem.

Keywords: Soft Set, Neutrosophic Set, Intuitionistic Neutrosophic Soft Set, Intuitionistic Neutrosophic Graph, Intuitionistic Neutrosophic Soft Graph

TEŐEKKÖR

Tez konunun belirlenmesi, alıőmanın yűrűtűlmesi ve yazımı esnasında desteklerini esirgemeyen baőta danıőman hocam Sayın Doç. Dr. Yıldıray ÇELİK olmak űzere Ordu Ŭniversitesi Matematik Bűlűmű Őđretim Ŭyelerine teőekkűr ederim.

Aynı zamanda, manevi desteklerini her an űzerimde hissettiđim annem, babam, eőim ve kızıma da teőekkűrű bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
TEZ BİLDİRİMİ	I
ÖZET	II
ABSTRACT	III
TEŞEKKÜR	IV
İÇİNDEKİLER	V
ŞEKİL LİSTESİ	VI
ÇİZELGE LİSTESİ	VIII
SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ	IX
1. GİRİŞ	1
2. TEMEL KAVRAMLAR	6
2.1. Bulanık Küme, Sezgisel Bulanık Küme, Neutrosophic Küme, Esnek Küme, Neutrosophic Esnek Küme.....	6
2.2. Graf, Neutrosophic Graf, Esnek Graf, Neutrosophic Esnek Graf	7
3. SEZGİSEL NEUTROSOPHIC GRAFLAR	26
3.1. Sezgisel Neutrosophic Kümeler.....	26
3.2. Sezgisel Neutrosophic Graflar.....	27
4. SEZGİSEL NEUTROSOPHIC ESNEK GRAFLAR	43
4.1. Sezgisel Neutrosophic Esnek Kümeler.....	43
4.2. Sezgisel Neutrosophic Esnek Graflar.....	59
4.3. Sezgisel Neutrosophic Esnek Grafların Karar Verme Problemine Uygulanışı..	97
5. SONUÇ ve ÖNERİLER	102
6. KAYNAKLAR	104
ÖZGEÇMİŞ	109

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1. G^* grafi	10
Şekil 2.2. $H(k)$, $H(m)$ ve $H(n)$ alt grafları.....	10
Şekil 2.3. $\aleph(e_1)$ neutrosophic grafi	12
Şekil 2.4. $\aleph(e_2)$ neutrosophic grafi	12
Şekil 2.5. $\aleph(e_3)$ neutrosophic grafi	12
Şekil 2.6. $\aleph(e_1)$ neutrosophic grafi	13
Şekil 2.7. $\aleph(e_2)$ neutrosophic grafi	13
Şekil 2.8. $\aleph(e_1)$ neutrosophic grafi	15
Şekil 2.9. $\aleph(e_2)$ neutrosophic grafi	15
Şekil 2.10. $\aleph(e_3)$ neutrosophic grafi	16
Şekil 2.11. $\aleph'(e_2)$ neutrosophic grafi	16
Şekil 2.12. $\aleph'(e_4)$ neutrosophic grafi	17
Şekil 2.13. $\aleph''(e_1)$ neutrosophic grafi	18
Şekil 2.14. $\aleph''(e_2)$ neutrosophic grafi	18
Şekil 2.15. $\aleph''(e_3)$ neutrosophic grafi	18
Şekil 2.16. $\aleph''(e_4)$ neutrosophic grafi	19
Şekil 2.17. $\aleph''(e_2)$ neutrosophic grafi	20
Şekil 2.18. $\aleph(e_1)$ neutrosophic grafi	21
Şekil 2.19. $\aleph(e_2)$ neutrosophic grafi	22
Şekil 2.20. $\aleph'(e_2)$ neutrosophic grafi	22
Şekil 2.21. $\aleph'(e_3)$ neutrosophic grafi	23
Şekil 2.22. $\aleph''(e_1)$ neutrosophic grafi	23
Şekil 2.23. $\aleph''(e_2)$ neutrosophic grafi	24
Şekil 2.24. $\aleph''(e_3)$ neutrosophic grafi	24
Şekil 2.25. $\aleph''(e_2)$ neutrosophic grafi	25
Şekil 3.1. \tilde{G} sezgisel neutrosophic grafi.....	28
Şekil 3.2. \tilde{G}' sezgisel neutrosophic grafi.....	29
Şekil 3.3. $(G^*, \tilde{A}, \tilde{B})$ sezgisel neutrosophic grafi.....	30
Şekil 3.4. $(G'^*, \tilde{A}, \tilde{B})$ sezgisel neutrosophic grafi.....	30
Şekil 3.5. $\tilde{G} \otimes \tilde{G}'$ sezgisel neutrosophic grafi.....	31
Şekil 3.6. $\tilde{G} \approx \tilde{G}'$ sezgisel neutrosophic grafi.....	33
Şekil 3.7. $\tilde{G} \odot \tilde{G}'$ sezgisel neutrosophic grafi.....	35
Şekil 3.8. $\tilde{G} \oslash \tilde{G}'$ sezgisel neutrosophic grafi.....	37
Şekil 3.9. \tilde{G} sezgisel neutrosophic grafi.....	39
Şekil 3.10. \tilde{G}' sezgisel neutrosophic grafi.....	39
Şekil 3.11. $\tilde{G} \tilde{\cup} \tilde{G}'$ sezgisel neutrosophic grafi.....	40
Şekil 3.12. $\tilde{G} \tilde{\cap} \tilde{G}'$ sezgisel neutrosophic grafi.....	42
Şekil 4.1. $\delta(e_1)$ sezgisel neutrosophic grafi.....	60
Şekil 4.2. $\delta(e_2)$ sezgisel neutrosophic grafi.....	60
Şekil 4.3. $\delta'(e_1)$ sezgisel neutrosophic alt grafi.....	61
Şekil 4.4. $\delta(e_1)$ sezgisel neutrosophic grafi.....	63

Şekil 4.5. $\delta(e_2)$ sezgisel neutrosophic grafi.....	63
Şekil 4.6. $\delta'(e_3)$ sezgisel neutrosophic grafi.....	63
Şekil 4.7. $\delta'(e_4)$ sezgisel neutrosophic grafi.....	63
Şekil 4.8. $\delta''(e_1, e_3)$ sezgisel neutrosophic grafi.....	64
Şekil 4.9. $\delta''(e_1, e_3)$ sezgisel neutrosophic grafi.....	67
Şekil 4.10. $\delta(e_1)$ sezgisel neutrosophic grafi.....	67
Şekil 4.11. $\delta(e_2)$ sezgisel neutrosophic grafi.....	68
Şekil 4.12. $\delta'(e_3)$ sezgisel neutrosophic grafi.....	68
Şekil 4.13. $\delta'(e_4)$ sezgisel neutrosophic grafi.....	68
Şekil 4.14. $\delta''(e_1, e_4)$ sezgisel neutrosophic grafi.....	69
Şekil 4.15. $\delta(e_1)$ sezgisel neutrosophic grafi.....	71
Şekil 4.16. $\delta(e_2)$ sezgisel neutrosophic grafi.....	71
Şekil 4.17. $\delta'(e_3)$ sezgisel neutrosophic grafi.....	72
Şekil 4.18. $\delta'(e_4)$ sezgisel neutrosophic grafi.....	72
Şekil 4.19. $\delta''(e_1, e_3)$ sezgisel neutrosophic grafi.....	72
Şekil 4.20. $\delta''(e_1, e_4)$ sezgisel neutrosophic grafi.....	73
Şekil 4.21. $\delta(e_1)$ sezgisel neutrosophic grafi.....	75
Şekil 4.22. $\delta(e_2)$ sezgisel neutrosophic grafi.....	75
Şekil 4.23. $\delta'(e_2)$ sezgisel neutrosophic grafi.....	75
Şekil 4.24. $\delta'(e_3)$ sezgisel neutrosophic grafi.....	76
Şekil 4.25. $\delta''(e_1)$ sezgisel neutrosophic grafi.....	76
Şekil 4.26. $\delta''(e_2)$ sezgisel neutrosophic grafi.....	76
Şekil 4.27. $\delta''(e_3)$ sezgisel neutrosophic grafi.....	77
Şekil 4.28. $\delta''(e_2)$ sezgisel neutrosophic grafi.....	79
Şekil 4.29. $\delta''(e_1)$ sezgisel neutrosophic grafi.....	80
Şekil 4.30. $\delta''(e_2)$ sezgisel neutrosophic grafi.....	81
Şekil 4.31. $\delta''(e_3)$ sezgisel neutrosophic grafi.....	81
Şekil 4.32. $\delta''(e_1)$ sezgisel neutrosophic grafi.....	83
Şekil 4.33. $\delta(e_1)$ sezgisel neutrosophic grafi.....	84
Şekil 4.34. $\delta(e_2)$ sezgisel neutrosophic grafi.....	85
Şekil 4.35. $\delta(e_3)$ sezgisel neutrosophic grafi.....	85
Şekil 4.36. $\delta(e_1)$ sezgisel neutrosophic grafi.....	86
Şekil 4.37. $\delta(e_2)$ sezgisel neutrosophic grafi.....	86
Şekil 4.38. $\delta(e_3)$ sezgisel neutrosophic grafi.....	87
Şekil 4.39. $\delta(e_1)$ sezgisel neutrosophic grafi.....	88
Şekil 4.40. $\delta(e_2)$ sezgisel neutrosophic grafi.....	88
Şekil 4.41. $\bar{\delta}(e_1)$ sezgisel neutrosophic grafi.....	88
Şekil 4.42. $\bar{\delta}(e_2)$ sezgisel neutrosophic grafi.....	88
Şekil 4.43. $\delta(e_1)$ sezgisel neutrosophic grafi.....	90
Şekil 4.44. $\delta'(e_2)$ sezgisel neutrosophic grafi.....	90
Şekil 4.45. $\delta''(e_1, e_2)$ sezgisel neutrosophic grafi.....	91
Şekil 4.46. $\delta''(e_1, e_2)$ sezgisel neutrosophic grafi.....	93

ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 2.1. G esnek grafi	11
Çizelge 2.2. G_{α} neutrosophic esnek grafi.....	12
Çizelge 2.3. \tilde{G}_{α} neutrosophic esnek grafi.....	13
Çizelge 2.4. \tilde{G}'_{α} neutrosophic esnek grafi.....	15
Çizelge 2.5. \tilde{G}''_{α} neutrosophic esnek grafi.....	16
Çizelge 2.6. $\tilde{G}_{\alpha} \cup \tilde{G}'_{\alpha}$ neutrosophic esnek grafi	17
Çizelge 2.7. $\tilde{G}_{\alpha} \sqcup \tilde{G}'_{\alpha}$ neutrosophic esnek grafi	19
Çizelge 2.8. \tilde{G}_{α} neutrosophic esnek grafi.....	21
Çizelge 2.9. \tilde{G}''_{α} neutrosophic esnek grafi.....	22
Çizelge 2.10. $\tilde{G}_{\alpha} \cap \tilde{G}'_{\alpha}$ neutrosophic esnek grafi	23
Çizelge 2.11. $\tilde{G}_{\alpha} \cap \tilde{G}''_{\alpha}$ neutrosophic esnek grafi	25
Çizelge 4.1. (ω, E) sezgisel neutrosophic esnek kümesi	43
Çizelge 4.2. (ω, E_1) sezgisel neutrosophic esnek kümesi.....	44
Çizelge 4.3. (ψ, E_2) sezgisel neutrosophic esnek kümesi.....	44
Çizelge 4.4. (ω, E) sezgisel neutrosophic esnek kümesi	44
Çizelge 4.5. $(\omega, E)^t$ sezgisel neutrosophic esnek kümesi.....	45
Çizelge 4.6. (ω, E_1) sezgisel neutrosophic esnek kümesi.....	46
Çizelge 4.7. (ψ, E_2) sezgisel neutrosophic esnek kümesi.....	46
Çizelge 4.8. $(\omega, E_1) \hat{\pi}(\psi, E_2)$ sezgisel neutrosophic esnek kümesi.....	47
Çizelge 4.9. (ω, E_1) sezgisel neutrosophic esnek kümesi.....	47
Çizelge 4.10. (ψ, E_2) sezgisel neutrosophic esnek kümesi.....	47
Çizelge 4.11. $(\omega, E_1) \hat{\pi}(\psi, E_2)$ sezgisel neutrosophic esnek kümesi	48
Çizelge 4.12. (ω, E_1) sezgisel neutrosophic esnek kümesi.....	50
Çizelge 4.13. (ψ, E_2) sezgisel neutrosophic esnek kümesi.....	51
Çizelge 4.14. $(\omega, E_1) \hat{U}(\psi, E_2)$ sezgisel neutrosophic esnek kümesi.....	51
Çizelge 4.15. (ω, E_1) sezgisel neutrosophic esnek kümesi.....	51
Çizelge 4.16. (ψ, E_2) sezgisel neutrosophic esnek kümesi.....	51
Çizelge 4.17. $(\omega, E_1) \hat{U}(\psi, E_2)$ sezgisel neutrosophic esnek kümesi.....	52
Çizelge 4.18. $(\omega, E_1) \hat{V}(\psi, E_2)$ sezgisel neutrosophic esnek kümesi	56
Çizelge 4.19. $(\omega, E_1) \hat{\Lambda}(\psi, E_2)$ sezgisel neutrosophic esnek kümesi	57
Çizelge 4.20. (ω, E_1) sezgisel neutrosophic esnek kümesi.....	58
Çizelge 4.21. (ψ, E_2) sezgisel neutrosophic esnek kümesi.....	58
Çizelge 4.22. $(\omega, E_1) \hat{x}(\psi, E_2)$ sezgisel neutrosophic esnek kümesi	59
Çizelge 4.23. \hat{G} sezgisel neutrosophic grafi.....	61
Çizelge 4.24. $\delta_{v_p}(e)$ nin tercih değerlerinin skor tablosu.....	100
Çizelge 4.25. $\delta_{\wedge_p}(e)$ nin tercih değerlerinin skor tablosu.....	101
Çizelge 4.26. h'_{t_k} , h''_{t_k} ve bu ikisinin aritmetik ortalaması h_{t_k}	101

SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ

$F(X)$: X üzerindeki tüm bulanık kümelerin ailesi
$\varkappa(X)$: X üzerindeki tüm neutrosophic kümelerin ailesi
\sqsubseteq_{\varkappa}	: Neutrosophic alt küme
\sqsubseteq_{\varkappa}	: Neutrosophic esnek alt küme
G^*	: G^* basit grafi
G_{\varkappa}	: Neutrosophic graf
\bar{G}_{\varkappa}	: Neutrosophic grafın tümleyeni
G	: Esnek graf
\tilde{G}_{\varkappa}	: Neutrosophic esnek graf
\cup	: Neutrosophic esnek grafların genişletilmiş birleşimi
\sqcup	: Neutrosophic esnek grafların daraltılmış birleşimi
\cap	: Neutrosophic esnek grafların genişletilmiş arakesit
\sqcap	: Neutrosophic esnek grafların daraltılmış arakesit
\tilde{A}	: A sezgisel neutrosophic kümesi
$\tilde{\cap}$: Sezgisel neutrosophic kümelerde arakesit
$\tilde{\cup}$: Sezgisel neutrosophic kümelerde birleşim
$\tilde{\sqsubseteq}$: Sezgisel neutrosophic alt küme
$\tilde{\Omega}$: Tam sezgisel neutrosophic küme
$\tilde{\emptyset}$: Boş sezgisel neutrosophic küme
\tilde{A}^t	: Sezgisel neutrosophic kümenin tümleyeni
\tilde{G}	: Sezgisel neutrosophic graf
$\tilde{\otimes}$: Sezgisel neutrosophic graflarda kartezyen çarpım
$\tilde{*}$: Sezgisel neutrosophic graflarda çarpım

- $\tilde{\odot}$: Sezgisel neutrosophic graflarda güçlü çarpım
 $\tilde{\otimes}$: Sezgisel neutrosophic graflarda bileşke
 $\tilde{\cup}$: Sezgisel neutrosophic graflarda birleşim
 $\tilde{\cap}$: Sezgisel neutrosophic graflarda arakesit
 $\mathcal{S}_{\mathfrak{N}}(X)$: X üzerindeki tüm sezgisel neutrosophic kümelerin ailesi
 $\mathcal{S}_{\mathfrak{N}_E}(X)$: X üzerindeki tüm sezgisel neutrosophic esnek kümelerin ailesi
 $\hat{\subseteq}$: Sezgisel neutrosophic esnek alt küme
 $\hat{\supset}$: Sezgisel neutrosophic esnek kümelerde genişletilmiş arakesit
 $\hat{\subset}$: Sezgisel neutrosophic esnek kümelerde daraltılmış arakesit
 $\hat{\cup}$: Sezgisel neutrosophic esnek kümelerde genişletilmiş birleşim
 $\hat{\cap}$: Sezgisel neutrosophic esnek kümelerde daraltılmış birleşim
 $\hat{\vee}$: Sezgisel neutrosophic esnek kümelerde supremum birleşim
 $\hat{\wedge}$: Sezgisel neutrosophic esnek kümelerde infimum arakesit
 $\hat{\times}$: Sezgisel neutrosophic esnek kümelerde kartezyen çarpım
 $\hat{\mathcal{G}}$: Sezgisel neutrosophic esnek graf
 $\hat{\subseteq}$: Sezgisel neutrosophic esnek alt graf
 $\hat{\otimes}$: Sezgisel neutrosophic esnek graflarda kartezyen çarpım
 $\hat{\odot}$: Sezgisel neutrosophic esnek graflarda güçlü çarpım
 $\hat{\otimes}$: Sezgisel neutrosophic esnek graflarda bileşke
 $\hat{\cup}$: Sezgisel neutrosophic esnek graflarda genişletilmiş birleşim
 $\hat{\cap}$: Sezgisel neutrosophic esnek graflarda daraltılmış birleşim
 $\hat{\supset}$: Sezgisel neutrosophic esnek graflarda genişletilmiş arakesit
 $\hat{\subset}$: Sezgisel neutrosophic esnek graflarda daraltılmış arakesit
 $\hat{\vee}$: Sezgisel neutrosophic esnek graflarda supremum birleşim

- $\tilde{\Lambda}$: Sezgisel neutrosophic esnek graflarda infimum arakesit
- V_p : Sezgisel neutrosophic esnek graflarda parametrik supremum birleşim
- Λ_p : Sezgisel neutrosophic esnek graflarda parametrik infimum arakesit

1. GİRİŞ

Uzun bir serüvene yayılan bilim, kendisi gibi sürekli gelişen farklı dallardan oluşur. Bilim dallarının amaçlarından biri de değişen ya da değişecek olan yaşam şartları sonucu oluşan ihtiyaçlara cevap verebilmektir. Bu değişime paralel olarak birçok problemde aynı hızla ilerlemektedir. Bütün bilim dallarını ortak bir ihtiyaç paydasında toplamaya kalkarsak bu paydanın adı günlük yaşam olur. Hepimiz günlük hayatımızda sayısız karar verme problemiyle karşılaşırız. Bu tip problemlere çözüm üreten bilimin evrensel dili matematiktir. En doğru çözümü bulabilmek için bizleri en doğru karara götüren düşünme biçimi de matematiksel modellemelerdir.

İktisadi bilimler, mühendisliğin çeşitli dalları ve iklim bilimi gibi bir çok saha, araştırmalarını devam ettirebilmek için dil bilimsel değerleri ve belirsiz durumları matematiksel modellemeye ihtiyaç duyarlar. İlk kez 1965 yılında Zadeh tarafından tanımlanan bulanık küme kavramı bu amaçla ortaya atılmıştır. Klasik kümelerde elemanların üyelik değerleri iki değerli şarta bağlı olarak 0 ve 1 ile ifade edilirdi. Klasik kümeleri kabaca ifade etmek gerekirse bir küme içerisinde bir elemanın varlık - yokluk durumunu ifade etmeye yarayan küme tipidir. Buna karşın kümedeki elemanların üyeliğinin dereceli olarak değerlendirilmesini sağlayan küme ise bulanık kümedir. Bu değerlendirmeyi üyelik fonksiyonu yardımı ile yapar. Bulanık küme, evrensel kümedeki elemanları $[0, 1]$ aralığına götüren bir üyelik fonksiyonu yardımı ile karakterize edilir. Bulanık kümeler, bilgilerin yetersiz olduğu ya da kesin olmadığı biyoinformatik gibi çeşitli alanlarda kullanılabilir. Zadeh in ardından Bellman 1970 de bulanık kümeleri karar verme problemlerine uyguladı. 1985 de Maiers ve Sherif bulanık kümeler üzerine yaptıkları farklı uygulamaları yayınladılar. 1996 yılında Zadeh bulanık kümeleri modelleme de ve küme analizinde kullandı. 1996 da Young bulanık alt küme kavramını ortaya koydu. 1998 de Yao bulanık kümeler ile kaba kümelerin karşılaştırılmasını yaptı. 1999 yılında Chiang ve Lin bulanık kümeler üzerinde korelasyon incelemesi yapılabileceğini gösterdiler. 2002 de de Ramot ve ark. karmaşık bulanık kümeleri tanımladılar.

1986 yılında bulanık küme kavramından yola çıkan Atanassov sezgisel bulanık küme kavramını, bulanık kümenin genelleştirilmiş bir versiyonu olarak ortaya atmıştır. Sezgisel bulanık küme kavramı, belirsizliği bulanık kümeyle tanımlamak için mevcut bilgi yeterli

olmadığında alternatif bir yaklaşım olarak görülebilir. Sezgisel bulanık kümelerde bir elemanın üye olma derecesinin yanı sıra üye olmama derecesi de dikkate alınır. 1996 da Bustince ve Burillo sezgisel bulanık kümeler ile bulanık kümelerin örtüştüğünü gösterdiler. 2001 yılında De ve ark. tıp tanısında bir takım uygulamalar geliştirirken yine 2001 de Szmidt ve Kacprzyk bu kümeler üzerinde hem entropi kavramını incelediler hem de çalışmalarında tıbbi uygulamalara yer verdiler. 2006 yılına gelindiğinde Xu ve Yager sezgisel bulanık kümeler üzerinde geometrik operatörler tanımladılar.

Bulanık kümeler ve sezgisel bulanık kümeler üyelik ve üye olmama fonksiyonları ile açıklanmasına karşın belirsiz üyelik fonksiyonu ele alınmamıştır. Buna çözüm getirmek isteyen Smarandache 2005 yılında neutrosophic kümeleri tanıttı. Aynı yıl neutrosophic kümelerde bir takım uygulamalar barındıran çalışmasını yayımladı. Neutrosophic kümeyi, boş neutrosophic kümeyi, evrensel neutrosophic kümeyi ve neutrosophic küme işlemlerini belirsizlik derecesinin durumlarına göre tanımladı. 2013 de Zhang ve ark. aralık değerli neutrosophic kümelerin uygulamaları üzerinde farklı bakış açıları geliştirdi. Majumdar 2015 yılında aralık değerli neutrosophic kümelerin karar verme problemlerindeki uygulamaları ile ilgili çalışmasını yayımladı. 2016 da Karataş ve Kuru neutrosophic kümeler üzerinde alt küme, eşit küme, birleşim, arakesit ve tümleyen kavramlarını tanımlamışlardır.

Belirsizliğe farklı bir bakış açısı olan esnek küme teorisi 1999 yılında Molodtsov tarafından ortaya atıldı. Parametrelili bir küme ailesi olan esnek kümeler geniş bir uygulama alanına sahiptir. 2006 yılında Molodtsov ve ark. esnek kümelerin bir uygulamasını değerlendirmişlerdir. 2007 yılına Aktaş ve Çağman esnek grupları ve bu grupların bir takım özelliklerini incelemişlerdir. 2002 yılında Maji ve Roy esnek kümeleri karar verme problemlerine uygulamışlardır. 2008 yılında neutrosophic kümelerde benzerlik ölçüsü Majumdar ve Samanta tarafından tanımlanmıştır. Yine 2008 de Zou ve Xiao veri analizi için esnek kümelerden faydalanmışlardır. 2010 da Acar ve ark. esnek halka kavramını ortaya koymuşlardır. 2011 yılında Sezgin ve Atagün esnek kümelerde bir takım yeni uygulamalar yayımlamışlardır.

2013 yılında Maji esnek kümeler ile neutrosophic kümeleri ilişkilendirerek neutrosophic esnek küme kavramını ortaya atmıştır ve bu yeni kavramın özelliklerini incelemiştir.

Ayrıca, birçok araştırmacı neutrosophic kümeler üzerinde çalışmıştır. Yine 2013 yılında Broumi genelleştirilmiş neutrosophic esnek kümelerle çalışarak bu kümeleri karar verme problemlerinde kullanmıştır. Ayrıca Deli ve Broumi 2015 de neutrosophic esnek matris kavramını ele almışlardır. Bera ve Mahapatra 2015 ve 2016 yıllarında neutrosophic esnek fonksiyonlar ve gruplar üzerine çalışmalar yapmışlardır. Uluçay ve ark. 2018 de genelleştirilmiş neutrosophic esnek kümeleri tanımlayıp karar verme problemlerine uygulamışlardır.

2009 ve 2010 yıllarında Bhowmik ve Madhumangal sezgisel neutrosophic küme kavramını tanımlamışlar ve ilgili özellikleri incelemişlerdir. Ayrıca sezgisel neutrosophic kümelerin, neutrosophic kümelerin özel bir hali olduğunu göstermişlerdir. 2013 yılında Broumi ve Smarandache sezgisel neutrosophic esnek kümeler üzerinde çeşitli çalışmalar yapmışlardır. 2021 yılında Debnath sezgisel neutrosophic esnek kümeleri oyun teorisinde kullanarak farklı uygulama alanları keşfetmiştir.

Graf teori, 1736 yılında İsviçreli matematikçi Leonhard Euler tarafından çalışarak bilim dünyasına kazandırılmıştır. Graf Teorinin kökeni Euler'in "Koningsberg in Yedi Köprüsü" (Die Sieben Brücken von Koningsberg) problemi üzerindeki çalışmasını temel alarak yayımladığı makalesine dayanır. Hikayeye göre kasaba, içinden geçen Pregel nehrinde bulunan Kneigh adacığı ile ikiye ayrılır. Nehrin üzerindeki yedi köprü şehrin dört parçasını birbirine bağlar. Kasabanın farklı noktalarından hareket eden kasabalılar yedi köprüyü birer defa geçip başlangıç noktasına geri dönmeyi dener ancak hiç kimse bunu başaramaz. Kentte büyük merak uyandıran bu problem ünlü matematikçi Leonhard Euler in ilgisini çeker ve graf teorisinin temelleri atılır.

Graf teori, günlük hayatta karşılaşılan birçok problemi mantık çerçevesinde kurduğu ilişkiler ile çözen bir ağ yapısıdır. Temel bilimlerde problemi çizim yoluyla görselleştiren, yol güzergahlarında navigasyonun geliştirilmesini sağlayan ve mühendisliğin çeşitli dallarında devreler ve ağlar ile kolaylık sağlayan matematiksel bir araçtır. Kullanım alanlarından bazılarını yukarıda belirttiğim graf teori köşeler ve bu köşeleri birbirine bağlayan kenarlardan oluşan gelişmiş bir ağ yapısıdır. 1959 da grafların olasılıktaki uygulamaları Erdős tarafından yayınlandı. 1990 yılında Leeuwen graf algoritmalarını ve 2007 de de Schaeffer graf kümelerini tanımlamışlardır.

Geniş bir bilimsel alanın temelini atan Euler'in çalışmalarını takiben 1975 de Rosenfeld bulanık graf kavramını ortaya atıp düşünme süreçleri üzerinde değerlendirmeler yapmıştır. 1987 de Bhattacharya, 1994 de Mordeson ve Peng bulanık graflar üzerine bazı yeni özellikler tanımlamışlardır. 1975 yılında Yeh ve Bang, 2008 yılında ise Imrich ve ark. graflarla alakalı farklı çalışmalar yayınlamışlardır.

2014 yılına gelindiğinde Thumbakara ve George çalışmalarında esnek graflardan faydalanarak bu yapıya birçok yeni özellik kazandırmışlardır. Bunlardan bazıları esnek alt graf, esnek graf homomorfizması ve esnek tam graftır. 2015 de Akram ve Nawaz esnek graflar üzerinde bir takım yeni cebirsel işlemler tanımlamışlardır.

Kandasamy ve ark. 2015 yılında neutrosophic graf kavramını tanımlamışlar ve bu kavrama ait özellikleri incelemişlerdir. 2016 da Broumi ve ark. neutrosophic grafların tümleyeni kavramını vermişlerdir. 2019 da Mullai ve ark. güçlü neutrosophic grafları tanımlayıp, izomorfizm ve homomorfizm yapılarını incelemişlerdir. Yine 2019 yılında Şahin neutrosophic grafların uygulamalarını ele almıştır. 2016 da Akram ve Shahzadi neutrosophic esnek kümeler ile graf yapısını birleştirerek, yeni bir yapı olarak neutrosophic esnek graf yapısını ortaya koymuşlardır ve bu yeni yapı üzerinde bir takım uygulamaları incelemişlerdir. Shah ve Hussain (2016) ile Çelik (2020) neutrosophic esnek graflar üzerinde bazı özellikler tanımlamışlardır. 2017 de Akram ve Sitara sezgisel neutrosophic graf kavramını tanımlamışlar, temel özelliklerini incelemişler ve karar verme problemleri üzerindeki uygulamalarını değerlendirmişlerdir.

Üç bölümden oluşan bu tezin birinci bölümünde, bulanık küme, neutrosophic küme, esnek küme, neutrosophic esnek küme, graf, esnek graf, neutrosophic graf ve neutrosophic esnek graf kavramları verilerek bunlara ait temel özelliklerden bahsedilmiştir.

İkinci bölümde, sezgisel neutrosophic küme kavramını verilerek bu kavrama ait özellikler araştırılmıştır. Daha sonra sezgisel neutrosophic kümeler graflar ile birlikte ele alınarak, sezgisel neutrosophic graf yapısı tanımlanmıştır. Ayrıca bu yapıya ait bazı temel özellikler verilerek sonuçları arasındaki ilişkiler değerlendirilmiştir.

Üçüncü bölümde, sezgisel neutrosophic esnek küme kavramı verilerek bu kavrama ait özellikler araştırılmıştır. Daha sonra sezgisel neutrosophic esnek kümeler graflar ile

birlikte ele alınarak, sezgisel neutrosophic esnek graf yapısı tanımlanmıştır. Ayrıca bu yeni yapıya ait bazı temel özellikler verilerek sonuçları arasındaki ilişkiler değerlendirilmiştir. Üstelik sezgisel neutrosophic esnek grafların karar verme problemlerinde uygulaması da incelenmiştir. Bu şekilde sezgisel neutrosophic esnek grafların teorik bir yapı üzerine inşa edilen uygulamalı bir yapı olduğu gösterilmiştir.

2. TEMEL KAVRAMLAR

2.1 Bulanık Küme, Sezgisel Bulanık Küme, Neutrosophic Küme, Esnek Küme, Neutrosophic Esnek Küme

Tanım 2.1.1 (Zadeh, 1965) $X \neq \emptyset$ bir küme olsun. $\mu : X \rightarrow [0, 1]$ dönüşümü ile gösterilen ve $\mu = \{(x, \mu(x)) : x \in X, \mu(x) \in [0, 1]\}$ ile ifade edilen kümeye bulanık küme denir. Ayrıca X üzerinde tanımlanan tüm bulanık kümelerin ailesi $F(X)$ ile gösterilir.

Tanım 2.1.2 (Zadeh, 1965) $\mu, \nu \in F(X)$ olsun. Her $x \in X$ için $\mu(x) \leq \nu(x)$ ise ν ye μ yü kapsıyor denir ve $\mu \leq \nu$ ile gösterilir. $(\mu \vee \nu)(x) = \mu(x) \vee \nu(x) = \max\{\mu(x), \nu(x)\}$ ve $(\mu \wedge \nu)(x) = \mu(x) \wedge \nu(x) = \min\{\mu(x), \nu(x)\}$ şeklinde tanımlı bulanık alt kümelere sırasıyla μ ve ν nün birleşimi ve arakesiti denir.

Tanım 2.1.3 (Atanassov, 1986) $X \neq \emptyset$ bir küme olsun. A sezgisel bulanık kümesi $A = \{(x, \mu_A(x), \sigma_A(x)) : x \in X\}$ şeklinde ifade edilir. Buradan $\mu_A : X \rightarrow [0, 1]$ ve $\sigma_A : X \rightarrow [0, 1]$ dönüşümleri ile tanımlı ve her $x \in X$ için $0 \leq \mu_A(x) + \sigma_A(x) \leq 1$ koşulunu sağlayan fonksiyonlardır. μ_A ve σ_A fonsiyonlarına sırasıyla üyelik fonksiyonu ve üye olmama fonksiyonu denir.

Tanım 2.1.4 (Smarandache, 2005) $X \neq \emptyset$ bir küme olsun. $A_{\mathfrak{N}}$ neutrosophic kümesi $A_{\mathfrak{N}} = \{(x, T_{A_{\mathfrak{N}}}(x), I_{A_{\mathfrak{N}}}(x), F_{A_{\mathfrak{N}}}(x)) : x \in X\}$ şeklinde ifade edilir. Buradan $T_{A_{\mathfrak{N}}}, I_{A_{\mathfrak{N}}}, F_{A_{\mathfrak{N}}}$ X ' den $]^{-0}, 1^{+}[$ tanımlı ve her $x \in X$ için $^{-0} \leq T_{A_{\mathfrak{N}}}(x) + I_{A_{\mathfrak{N}}}(x) + F_{A_{\mathfrak{N}}}(x) \leq 3^{+}$ koşulunu gerçekleyen fonksiyonlardır. X de tanımlanan bütün neutrosophic kümelerin ailesi $\mathfrak{N}(X)$ ile gösterilir. Tezimizde standart uygulama olan $[0, 1]$ kafesi kullanılacaktır. Burada $T_{A_{\mathfrak{N}}}, I_{A_{\mathfrak{N}}}$ ve $F_{A_{\mathfrak{N}}}$ sırasıyla üyelik fonksiyonu, belirsiz üyelik fonksiyonu ve üye olmama fonksiyonudur.

Tanım 2.1.5 (Karataş ve Kuru, 2016) $A_{\mathfrak{N}}, B_{\mathfrak{N}} \in \mathfrak{N}(X)$ olsun. Her $x \in X$ için $T_{A_{\mathfrak{N}}}(x) \leq T_{B_{\mathfrak{N}}}(x), I_{A_{\mathfrak{N}}}(x) \geq I_{B_{\mathfrak{N}}}(x)$ ve $F_{A_{\mathfrak{N}}}(x) \geq F_{B_{\mathfrak{N}}}(x)$ şartını sağlıyorsa $A_{\mathfrak{N}}, B_{\mathfrak{N}}$ nin neutrosophic alt kümesidir. Bu durum $A_{\mathfrak{N}} \sqsubseteq_{\mathfrak{N}} B_{\mathfrak{N}}$ notasyonu ile ifade edilir.

Tanım 2.1.6 (Molodtsov, 1999) X bir evrensel küme, $E \neq \emptyset$ ve $A \subseteq E$ olsun. $F : A \rightarrow \mathcal{P}(X)$ dönüşümüyle gösterilen (F, A) ikilisi X de bir esnek kümedir.

Tanım 2.1.7 (Molodtsov, 1999) (F, A) ve (G, B) birer esnek küme olsun. Eğer $A \subseteq B$ ve her $e \in A$ için $F(e) \subseteq G(e)$ şartlarını sağlıyorsa (F, A) ya (G, B) nin esnek alt kümesi denir.

Tanım 2.1.8 (Maji, 2013) X bir evrensel küme olmak üzere $\aleph(X)$, X üzerindeki bütün neutrosophic kümelerin bir ailesi, E kümesi de X in elemanlarını niteleyen parametrelerden oluşan bir küme ve $A \subseteq E$ olsun. $F : A \rightarrow \aleph(X)$ dönüşümü ile verilen (F, A) ikilisine X üzerinde bir neutrosophic esnek küme denir. Bir neutrosophic esnek küme parametre kümesini X üzerindeki tüm neutrosophic kümelerden oluşan aileye götüren bir dönüşümdür ve bu dönüşüm X evrensel kümesinin neutrosophic alt kümelerinin parametreleştirilmiş bir ailesidir. Ayrıca $e \in A$ için $F(e)$ görüntü kümesi (F, A) neutrosophic esnek kümesinin e-yaklaşımli elemanlarının kümesidir.

Tanım 2.1.9 (Maji, 2013) $(F, A), (G, B) \in \aleph(X)$ olsun. Eğer $A \subseteq B$ ve her $e \in A$ ve $x \in X$ için $T_{F(e)}(x) \leq T_{G(e)}(x)$, $I_{F(e)}(x) \geq I_{G(e)}(x)$, $F_{F(e)}(x) \geq F_{G(e)}(x)$ şartları sağlanıyorsa (F, A) ya (G, B) nin alt kümesi denir. Bu durum $(F, A) \subseteq_{\aleph} (G, B)$ ile gösterilir.

2.2 Graf, Neutrosophic Graf, Esnek Graf, Neutrosophic Esnek Graf

Tanım 2.2.1 (Vasudev, 2006) G^* grafi köşe ögeleri $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ olan ve kenar ögeleri $E = \{e_1, e_2, \dots, e_n\}$ olan kümelerden meydana gelerek $G^* = (V, E)$ ile ifade edilir. Eğer u ve v köşeleri ile oluşturulmuş bir e kenarı G^* grafına ait ise u ve v köşeleri bu kenarı birleştiriyor (bağlantılı) denir ve $e = uv$ ile gösterilir. Hiçbir köşe ile birleşmeyen (bağlantılı olmayan) bir köşe varsa o köşeye ayrık köşe denir.

Tanım 2.2.2 (Vasudev, 2006) Herhangi bir grafta iki köşeyi birleştiren birden çok kenar olduğunda bu kenarlara çoklu kenar denir. İçinde çoklu kenar barındıran graflara da çoklu graf denir. Çoklu kenar barındırmayan graflara basit graf denir. G^* grafının alt graf tanımı, tüm elemanları G^* tarafından kapsanmış graf olarak verilir. Bu tez çalışması boyunca basit graflar $G^* = (V, E)$ ile gösterilecektir.

Tanım 2.2.3 (Imrich ve ark., 2008) $G_1^* = (V_1, E_1)$ ve $G_2^* = (V_2, E_2)$ iki basit graf olsun. G_1^* ve G_2^* in kartezyen çarpımı ve bileşkesi sırasıyla aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$G^* = (V_1 \times V_2, E = \{(uv_1, uv_2) \mid u \in V_1, v_1v_2 \in E_2\} \cup \{(u_1v, u_2v \mid v \in V_2, u_1u_2 \in E_1\})$$

$$G^* = (V_1 \times V_2, E = \{(uv_1, uv_2) \mid u \in V_1, v_1v_2 \in E_2\} \cup \{(u_1v, u_2v) \mid v \in V_2, u_1u_2 \in E_1\} \cup \{(u_1v_1, u_2v_2) \mid u_1u_2 \in E_1, v_1 \neq v_2\})$$

Tanım 2.2.4 (Şahin, 2019) $G^* = (V, E)$ bir basit graf olsun. G^* üzerinde tanımlı bir $G_{\mathbb{N}} = (G^*, A_{\mathbb{N}}, B_{\mathbb{N}})$ neutrosophic grafi aşağıdaki koşulları sağlayan bir graftır.

- i.* $A_{\mathbb{N}}, V$ üzerinde bir neutrosophic küme olsun. $T_{A_{\mathbb{N}}}, I_{A_{\mathbb{N}}}$ ve $F_{A_{\mathbb{N}}}$ sırasıyla $v_i \in V$ için $A_{\mathbb{N}}$ kümesinde üyelik, belirsiz üyelik ve üye olmama fonksiyonlarını temsil eder ve her $v_i \in V$ ($i = 1, 2, \dots, n$) için $0 \leq T_{A_{\mathbb{N}}}(v_i) + I_{A_{\mathbb{N}}}(v_i) + F_{A_{\mathbb{N}}}(v_i) \leq 3$ durumu gerçekleşir.
- ii.* $B_{\mathbb{N}}, E$ üzerinde bir neutrosophic küme olsun. $T_{B_{\mathbb{N}}}, I_{B_{\mathbb{N}}}$ ve $F_{B_{\mathbb{N}}}$ sırasıyla $v_iv_j \in E$ için $B_{\mathbb{N}}$ kümesinde üye olma, belirsiz üyelik ve üye olmama fonksiyonlarını temsil eder ve her $v_iv_j \in E$ ($i, j = 1, 2, \dots, n$) için $0 \leq T_{B_{\mathbb{N}}}(v_iv_j) + I_{B_{\mathbb{N}}}(v_iv_j) + F_{B_{\mathbb{N}}}(v_iv_j) \leq 3$ durumu gerçekleşir.
- iii.* $G_{\mathbb{N}} = (G^*, A_{\mathbb{N}}, B_{\mathbb{N}})$ nin köşe noktalarının ve kenarlarının üyelik değerleri arasında her $v_iv_j \in E$ için

$$T_{B_{\mathbb{N}}}(v_iv_j) \leq \min\{T_{A_{\mathbb{N}}}(v_i), T_{A_{\mathbb{N}}}(v_j)\}$$

$$I_{B_{\mathbb{N}}}(v_iv_j) \geq \max\{I_{A_{\mathbb{N}}}(v_i), I_{A_{\mathbb{N}}}(v_j)\}$$

$$F_{B_{\mathbb{N}}}(v_iv_j) \geq \max\{F_{A_{\mathbb{N}}}(v_i), F_{A_{\mathbb{N}}}(v_j)\}$$

eşitsizlikleri verilir.

Tanım 2.2.5 (Broumi ve ark., 2016) $G_{\mathbb{N}} = (G^*, A_{\mathbb{N}}, B_{\mathbb{N}})$ bir neutrosophic graf olmak üzere her $v_i, v_j \in V$ için;

$$T_{B_{\mathbb{N}}}(v_iv_j) = \min\{T_{A_{\mathbb{N}}}(v_i), T_{A_{\mathbb{N}}}(v_j)\}$$

$$I_{B_{\mathbb{N}}}(v_iv_j) = \max\{I_{A_{\mathbb{N}}}(v_i), I_{A_{\mathbb{N}}}(v_j)\}$$

$$F_{B_{\mathbb{N}}}(v_iv_j) = \max\{F_{A_{\mathbb{N}}}(v_i), F_{A_{\mathbb{N}}}(v_j)\}$$

şartları sağlanırsa $G_{\mathbb{N}}$ ye tam neutrosophic graf denir.

Tanım 2.2.6 (Mullai ve ark., 2019) $G_{\mathbb{N}} = (G^*, A_{\mathbb{N}}, B_{\mathbb{N}})$ bir neutrosophic graf olmak üzere her $v_i v_j \in E$ için;

$$\begin{aligned} T_{B_{\mathbb{N}}}(v_i v_j) &= \min\{T_{A_{\mathbb{N}}}(v_i), T_{A_{\mathbb{N}}}(v_j)\} \\ I_{B_{\mathbb{N}}}(v_i v_j) &= \max\{I_{A_{\mathbb{N}}}(v_i), I_{A_{\mathbb{N}}}(v_j)\} \\ F_{B_{\mathbb{N}}}(v_i v_j) &= \max\{F_{A_{\mathbb{N}}}(v_i), F_{A_{\mathbb{N}}}(v_j)\} \end{aligned}$$

şartları sağlanırsa $G_{\mathbb{N}}$ ye güçlü neutrosophic graf denir.

Tanım 2.2.7 (Broumi ve ark., 2016) $G_{\mathbb{N}} = (G^*, A_{\mathbb{N}}, B_{\mathbb{N}})$, $G^* = (V, E)$ da bir neutrosophic graf olsun. $G_{\mathbb{N}}$ grafının tümleyeni $\bar{G}_{\mathbb{N}} = (G^*, \bar{A}_{\mathbb{N}}, \bar{B}_{\mathbb{N}})$ şeklinde gösterilen ve aşağıdaki koşulları sağlayan bir neutrosophic graftır.

i. Her $v_i \in V$ için $\bar{T}_{A_{\mathbb{N}}}(v_i) = T_{A_{\mathbb{N}}}(v_i)$, $\bar{I}_{A_{\mathbb{N}}}(v_i) = I_{A_{\mathbb{N}}}(v_i)$, $\bar{F}_{A_{\mathbb{N}}}(v_i) = F_{A_{\mathbb{N}}}(v_i)$

ii. Her $(v_i, v_j) \in E$ için

$$\begin{aligned} \bar{T}_{B_{\mathbb{N}}}(v_i v_j) &= \min\{T_{A_{\mathbb{N}}}(v_i), T_{A_{\mathbb{N}}}(v_j)\} - T_{B_{\mathbb{N}}}(v_i v_j) \\ \bar{I}_{B_{\mathbb{N}}}(v_i v_j) &= \max\{I_{A_{\mathbb{N}}}(v_i), I_{A_{\mathbb{N}}}(v_j)\} - I_{B_{\mathbb{N}}}(v_i v_j) \\ \bar{F}_{B_{\mathbb{N}}}(v_i v_j) &= \max\{F_{A_{\mathbb{N}}}(v_i), F_{A_{\mathbb{N}}}(v_j)\} - F_{B_{\mathbb{N}}}(v_i v_j) \end{aligned}$$

Tanım 2.2.8 (Akram ve Nawaz, 2015) Eğer bir $G = (G^*, F, K, A)$ dörtlüsü aşağıdaki şartları sağlarsa, bu G yapısına bir esnek graf denir.

i. $A \neq \emptyset$ parametre kümesi

ii. (F, A) kümesi V üzerinde her $x \in A$ için $F(x) = \{y \in V \mid xRy\}$ şeklinde tanımlı bir esnek kümedir.

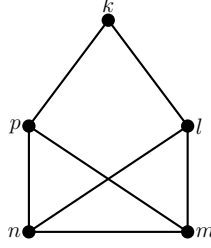
iii. (K, A) kümesi E üzerinde her $x \in A$ için $K(x) = \{uv \in E \mid \{u, v\} \subseteq F(x)\}$ şeklinde tanımlı bir esnek kümedir.

iv. Her $e \in A$ için $H(e) = (F(e), K(e))$ $G^* = (V, E)$ grafının bir alt grafidir.

$G = (G^*, F, K, A)$ esnek grafi $G = (F, K, A)$ olarak da yazılabilir.

Tanım 2.2.9 (Akram ve Nawaz, 2015) $G = (F, K, A)$ ve $G' = (F', K', B)$, $G^* = (V, E)$ üzerinde birer esnek graf olarak verilsin. Eğer $A \subseteq B$ ve her $x \in A$ için $H(x) = (F(x), K(x))$, $H'(x) = (F'(x), K'(x))$ in alt graf olma şartları sağlanırsa G ye G' nün esnek alt grafı denir.

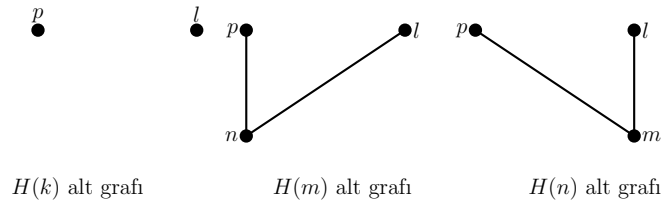
Örnek 2.2.1 (Akram ve Nawaz, 2015) Şekil 2.1 de verilen $G^* = (V, E)$ basit grafını ele alalım.



Şekil 2.1: $G^* = (V, E)$ basit grafı

$A = \{k, m, n\} \subseteq V$ parametre kümesi olsun. $F : A \rightarrow \mathcal{P}(V)$ ile verilen (F, A) esnek kümesi her $x \in A$ için $F(x) = \{y \in V \mid xRy \iff d(x, y) = 1\}$ şeklinde tanımlansın. $F(k) = \{l, p\}$, $F(m) = \{l, n, p\}$ ve $F(n) = \{l, m, p\}$ olduğu kolaylıkla görülür.

$K : A \rightarrow \mathcal{P}(E)$ ile verilen (K, A) esnek kümesi her $x \in A$ için $K(x) = \{uv \in E \mid \{u, v\} \subseteq F(x)\}$ şeklinde tanımlansın. Buradan $K(k) = \emptyset$, $K(m) = \{ln, np\}$, $K(n) = \{lm, mp\}$ bulunur. G^* in alt grafları her $x \in A$ için $H(x) = (F(x), K(x))$ şeklinde olup her $x \in A = \{k, m, n\}$ için $H(k) = (F(k), K(k))$, $H(m) = (F(m), K(m))$ ve $H(n) = (F(n), K(n))$ $G^* = (V, E)$ basit grafının alt graflarıdır.



Şekil 2.2: $H(k)$, $H(m)$ ve $H(n)$ alt grafları

Açıkça $G = \{H(k), H(m), H(n)\}$ kümesinin $G^* = (V, E)$ da bir esnek graf olduğu görülür.

Çizelge 2.1: G esnek grafi

A/V	k	l	m	n	p
k	0	1	0	0	1
m	0	1	0	1	1
n	0	1	1	0	1

A/E	kl	lm	mn	np	pk	ln	mp
k	0	0	0	0	0	0	0
m	0	0	0	1	0	1	0
n	0	1	0	0	0	0	1

Tanım 2.2.10 (Çelik, 2020) $G^* = (V, E)$ basit graf olsun. Eğer bir $\tilde{G}_{\mathbb{N}} = (G^*, \alpha, \beta, A)$ grafi aşağıda verilen koşulları sağlarsa, bu $\tilde{G}_{\mathbb{N}}$ grafına bir neutrosophic esnek graf denir.

- i.* α , V üzerinde her $x \in V$ için $\alpha(e) = \alpha_e = \{\langle x, T_{\alpha_e}(x), I_{\alpha_e}(x), F_{\alpha_e}(x) \rangle \mid x \in V\}$ şeklinde tanımlı bir neutrosophic esnek kümedir.
- ii.* β , E üzerinde her $xy \in E$ için $\beta(e) = \beta_e = \{\langle xy, T_{\beta_e}(xy), I_{\beta_e}(xy), F_{\beta_e}(xy) \rangle \mid xy \in E\}$ şeklinde tanımlı bir neutrosophic esnek kümedir.
- iii.* Her $xy \in E$ ve her $e \in A$ için aşağıda verilen durumlar gerçekleşir.

$$T_{\beta_e}(xy) \leq \min\{T_{\alpha_e}(x), T_{\alpha_e}(y)\}$$

$$I_{\beta_e}(xy) \geq \max\{I_{\alpha_e}(x), I_{\alpha_e}(y)\}$$

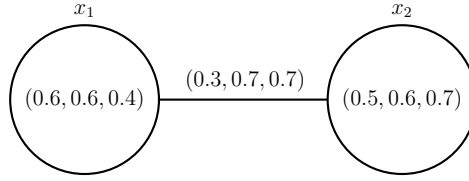
$$F_{\beta_e}(xy) \geq \max\{F_{\alpha_e}(x), F_{\alpha_e}(y)\}$$

Bir $\tilde{G}_{\mathbb{N}}$ neutrosophic esnek grafi neutrosophic grafların parametreleştirilmiş bir ailesidir.

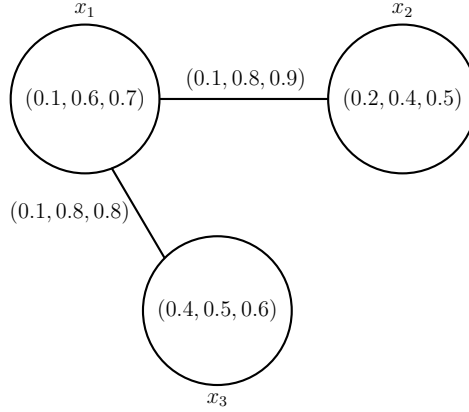
Örnek 2.2.2 $A = \{e_1, e_2, e_3\}$ parametre kümesi ve $V = \{x_1, x_2, x_3\}$ köşe elemanlarının kümesi ile verilen $G^* = (V, E)$ basit grafindan faydalanalım. G^* da bir $\tilde{G}_{\mathbb{N}}$ neutrosophic esnek grafi çizelge 2.2 deki gibi verilsin. Burada her $x_i x_j \in E \setminus \{x_1 x_2, x_2 x_3, x_1 x_3\}$ ve her $e \in A$ için $T_{\beta_e}(x_i x_j) = 0$, $I_{\beta_e}(x_i x_j) = 0$, $F_{\beta_e}(x_i x_j) = 1$ dir.

Çizelge 2.2: $G_{\mathfrak{N}}$ neutrosophic esnek grafi

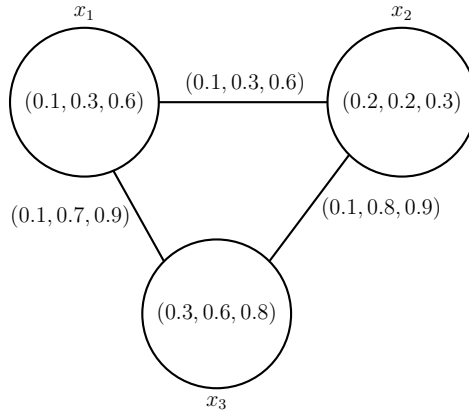
α	x_1	x_2	x_3
e_1	(0.6,0.6,0.4)	(0.5,0.6,0.7)	(0,1,1)
e_2	(0.1,0.6,0.7)	(0.2,0.4,0.5)	(0.4,0.5,0.6)
e_3	(0.1,0.3,0.6)	(0.2,0.2,0.3)	(0.3,0.6,0.8)
β	(x_1x_2)	(x_2x_3)	(x_1x_3)
e_1	(0.3,0.7,0.7)	(0,1,1)	(0,1,1)
e_2	(0.1,0.8,0.9)	(0,1,1)	(0.1,0.8,0.8)
e_3	(0.1,0.3,0.6)	(0.1,0.8,0.9)	(0.1,0.7,0.9)



Şekil 2.3: e_1 parametresine karşılık gelen $\mathfrak{N}(e_1)$ neutrosophic grafi



Şekil 2.4: e_2 parametresine karşılık gelen $\mathfrak{N}(e_2)$ neutrosophic grafi



Şekil 2.5: e_3 parametresine karşılık gelen $\mathfrak{N}(e_3)$ neutrosophic grafi

Tanım 2.2.11 (Çelik, 2020) $\tilde{G}_{\aleph} = (G^*, \alpha, \beta, A)$ ve $\tilde{G}'_{\aleph} = (G^*, \alpha', \beta', B)$ birer neutrosophic esnek graf olarak verilsin. $\tilde{G}_{\aleph}, \tilde{G}'_{\aleph}$ nin neutrosophic esnek alt grafıdır. \iff

i. $A \subseteq B$

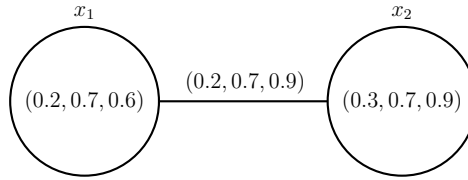
ii. $\alpha_e \subseteq \alpha'_e$; her $e \in A$ için $T_{\alpha_e}(x) \leq T_{\alpha'_e}(x)$, $I_{\alpha_e}(x) \geq I_{\alpha'_e}(x)$, $F_{\alpha_e}(x) \geq F_{\alpha'_e}(x)$

iii. $\beta_e \subseteq \beta'_e$; her $e \in A$ ve $xy \in E$ için $T_{\beta_e}(xy) \leq T_{\beta'_e}(xy)$, $I_{\beta_e}(xy) \geq I_{\beta'_e}(xy)$, $F_{\beta_e}(xy) \geq F_{\beta'_e}(xy)$

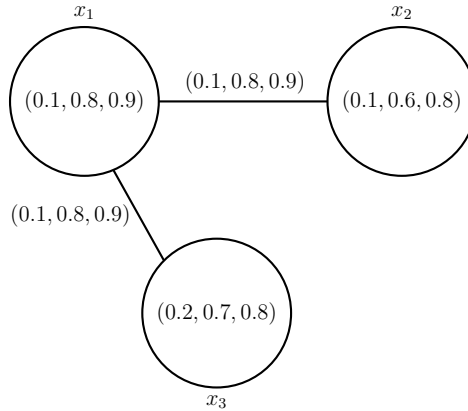
Örnek 2.2.3 Örnek 2.2.2 de ki \tilde{G}_{\aleph} neutrosophic esnek grafını göz önüne alalım. Şimdi başka bir \tilde{G}'_{\aleph} neutrosophic esnek grafı çizelge 2.3 deki gibi verilsin.

Çizelge 2.3: \tilde{G}_{\aleph} neutrosophic esnek grafı

α'	x_1	x_2	x_3
e_1	(0.2,0.7,0.6)	(0.3,0.7,0.9)	(0,1,1)
e_2	(0.1,0.8,0.9)	(0.1,0.6,0.8)	(0.2,0.7,0.8)
β'	(x_1, x_2)	(x_2, x_3)	(x_1, x_3)
e_1	(0.2,0.7,0.9)	(0,1,1)	(0,1,1)
e_2	(0.1,0.8,0.9)	(0,1,1)	(0.1,0.8,0.9)



Şekil 2.6: e_1 parametresine karşılık gelen $\aleph(e_1)$ neutrosophic grafı



Şekil 2.7: e_2 parametresine karşılık gelen $\aleph(e_2)$ neutrosophic grafı

Açıkça \tilde{G}'_{\aleph} neutrosophic esnek grafı \tilde{G}_{\aleph} neutrosophic esnek grafının bir alt grafıdır.

Tanım 2.2.12 (Çelik, 2020) $\tilde{G}_{\aleph} = (G^*, \alpha, \beta, A)$ ve $\tilde{G}'_{\aleph} = (G^*, \alpha', \beta', B)$, $G^* = (V, E)$ da birer neutrosophic esnek graf olarak verilsin. \tilde{G}_{\aleph} ve \tilde{G}'_{\aleph} nün genişletilmiş birleşimi $\tilde{G}_{\aleph} \cup \tilde{G}'_{\aleph} = (G^*, \alpha'', \beta'', A \cup B)$ şeklinde tanımlanır. $\tilde{G}_{\aleph} \cup \tilde{G}'_{\aleph}$ nin köşelerini gösteren $\alpha'' : C \rightarrow \aleph(V)$ dönüşümünün T , I ve F üyelik değerleri her $e \in C$ ve $x \in V$ için aşağıdaki eşitlikler yardımıyla hesaplanır.

$$T_{\alpha''_e}(x) = \begin{cases} T_{\alpha_e}(x) & e \in A \setminus B \\ T_{\alpha'_e}(x) & e \in B \setminus A \\ \max\{T_{\alpha_e}(x), T_{\alpha'_e}(x)\} & e \in A \cap B \end{cases}$$

$$I_{\alpha''_e}(x) = \begin{cases} I_{\alpha_e}(x) & e \in A \setminus B \\ I_{\alpha'_e}(x) & e \in B \setminus A \\ \min\{I_{\alpha_e}(x), I_{\alpha'_e}(x)\} & e \in A \cap B \end{cases}$$

$$F_{\alpha''_e}(x) = \begin{cases} F_{\alpha_e}(x) & e \in A \setminus B \\ F_{\alpha'_e}(x) & e \in B \setminus A \\ \min\{F_{\alpha_e}(x), F_{\alpha'_e}(x)\} & e \in A \cap B \end{cases}$$

$\tilde{G}_{\aleph} \cup \tilde{G}'_{\aleph}$ nin kenarlarını gösteren $\beta'' : C \rightarrow \aleph(E)$ dönüşümünün T , I ve F üyelik değerleri her $e \in C$ ve $x \in V$ için aşağıdaki eşitlikler yardımıyla hesaplanır.

$$T_{\beta''_e}(xy) = \begin{cases} T_{\beta_e}(xy) & e \in A \setminus B \\ T_{\beta'_e}(xy) & e \in B \setminus A \\ \max\{T_{\beta_e}(xy), T_{\beta'_e}(xy)\} & e \in A \cap B \end{cases}$$

$$I_{\beta''_e}(xy) = \begin{cases} I_{\beta_e}(xy) & e \in A \setminus B \\ I_{\beta'_e}(xy) & e \in B \setminus A \\ \min\{I_{\beta_e}(xy), I_{\beta'_e}(xy)\} & e \in A \cap B \end{cases}$$

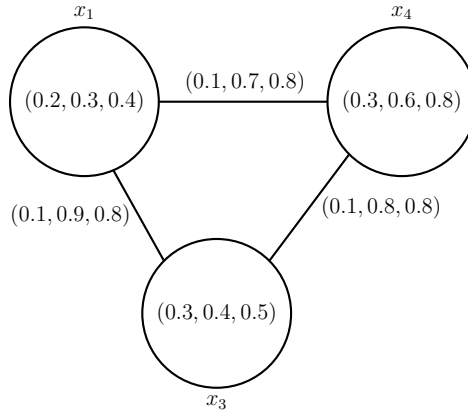
$$F_{\beta''_e}(xy) = \begin{cases} F_{\beta_e}(xy) & e \in A \setminus B \\ F_{\beta'_e}(xy) & e \in B \setminus A \\ \min\{F_{\beta_e}(xy), F_{\beta'_e}(xy)\} & e \in A \cap B \end{cases}$$

Örnek 2.2.4 $V = \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5\}$ ve $E = \{x_1x_4, x_3x_4, x_1x_3, x_2x_3, x_2x_5, x_3x_5\}$ ile verilen $G^* = (V, E)$ basit grafını ele alalım. $A = \{e_1, e_2, e_3\}$ bir parametre kümesi olmak üzere $x_i x_j \in E \setminus \{(x_1x_4), (x_3x_4), (x_1x_3)\}$ için $T_{\beta_e}(x_i x_j) = 0$, $I_{\beta_e}(x_i x_j) = 0$, $F_{\beta_e}(x_i x_j) = 1$ koşulunu sağlayan bir $\tilde{G}_{\aleph} = (G^*, \alpha, \beta, A)$ neutrosophic esnek grafi çizelge 2.4 deki gibi verilsin.

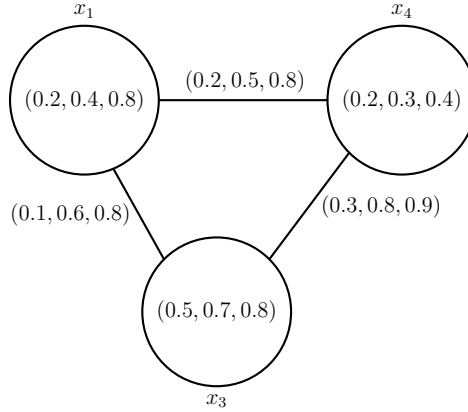
Çizelge 2.4: \tilde{G}_N neutrosophic esnek grafi

α	x_1	x_3	x_4
e_1	(0.2,0.3,0.4)	(0.3,0.4,0.5)	(0.3,0.6,0.8)
e_2	(0.2,0.4,0.8)	(0.5,0.7,0.8)	(0.2,0.3,0.4)
e_3	(0.6,0.7,0.8)	(0.7,0.8,0.8)	(0.4,0.5,0.7)
β	(x_1x_4)	(x_3x_4)	(x_1x_3)
e_1	(0.1,0.7,0.8)	(0.1,0.8,0.8)	(0.1,0.9,0.8)
e_2	(0.2,0.5,0.8)	(0.3,0.8,0.9)	(0.1,0.6,0.8)
e_3	(0.2,0.7,0.8)	(0.2,0.8,0.9)	(0.2,0.9,1.0)

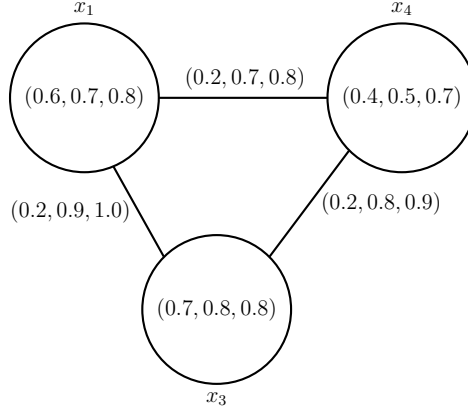
Burada x_2 ve x_5 köşeleri, boş neutrosophic esnek küme olarak alındığından oluşturacağı x_2x_3, x_2x_5 ve x_3x_5 kenarları da yine boş neutrosophic esnek kümelerdir.



Şekil 2.8: e_1 parametresine karşılık gelen $\aleph(e_1)$ neutrosophic grafi



Şekil 2.9: e_2 parametresine karşılık gelen $\aleph(e_2)$ neutrosophic grafi



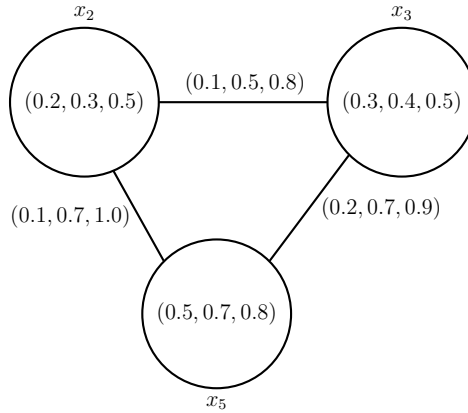
Şekil 2.10: e_3 parametresine karşılık gelen $\mathfrak{N}(e_3)$ neutrosophic grafi

Şimdi $B = \{e_2, e_4\}$ parametre kümesini ele alalım. $G^* = (V, E)$ basit grafi üzerinde $x_i x_j \in E \setminus \{x_2 x_3, x_3 x_5, x_2 x_5\}$ için $T_{\beta_e}(x_i x_j) = 0$, $I_{\beta_e}(x_i x_j) = 0$, $F_{\beta_e}(x_i x_j) = 1$ koşulunu sağlayan başka bir $\tilde{G}'_{\mathfrak{N}} = (G^*, \alpha', \beta', B)$ neutrosophic esnek grafi çizelge 2.5 deki gibi tanımlayalım.

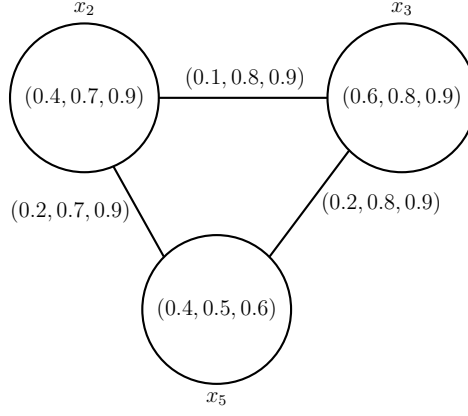
Çizelge 2.5: $\tilde{G}'_{\mathfrak{N}}$ neutrosophic esnek grafi

α'	x_2	x_3	x_5
e_2	(0.2, 0.3, 0.5)	(0.3, 0.4, 0.5)	(0.5, 0.7, 0.8)
e_4	(0.4, 0.7, 0.9)	(0.6, 0.8, 0.9)	(0.4, 0.5, 0.6)
β'	$(x_2 x_3)$	$(x_3 x_5)$	$(x_2 x_5)$
e_2	(0.1, 0.5, 0.8)	(0.2, 0.7, 0.9)	(0.1, 0.7, 1.0)
e_4	(0.1, 0.8, 0.9)	(0.2, 0.8, 0.9)	(0.2, 0.7, 0.9)

Burada x_1 ve x_4 köşeleri, boş neutrosophic esnek küme olarak alındığından oluşturacağı $x_1 x_4, x_3 x_4$ ve $x_1 x_3$ kenarları da yine boş neutrosophic esnek kümelerdir.



Şekil 2.11: e_2 parametresine karşılık gelen $\mathfrak{N}'(e_2)$ neutrosophic grafi



Şekil 2.12: e_4 parametresine karşılık gelen $\aleph'(e_4)$ neutrosophic grafi

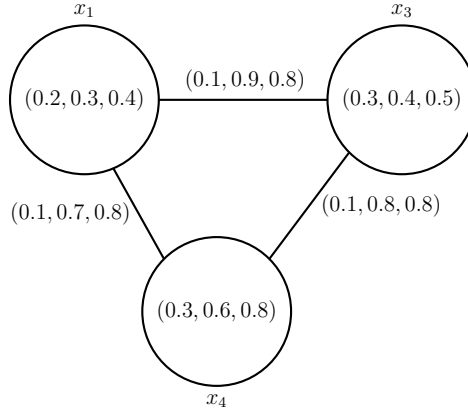
Açıkça $A = \{e_1, e_2, e_3\}$, $B = \{e_2, e_4\}$ olduğundan $\tilde{G}_{\aleph} \cup \tilde{G}'_{\aleph}$ neutrosophic esnek grafının parametre kümesi $A = A \cup B = \{e_1, e_2, e_3, e_4\}$ şeklindedir.

Diğer taraftan her $x_i x_j \in E \setminus \{(x_1 x_4), (x_3 x_4), (x_1 x_3), (x_2 x_3), (x_3 x_5), (x_2 x_5)\}$ için $T_{\beta_e}(x_i, x_j) = 0$, $I_{\beta_e}(x_i, x_j) = 0$, $F_{\beta_e}(x_i, x_j) = 1$ olduğu için $\tilde{G}_{\aleph} \cup \tilde{G}'_{\aleph}$ neutrosophic esnek grafi aşağıda verilen çizelgedeki gibi elde edilir.

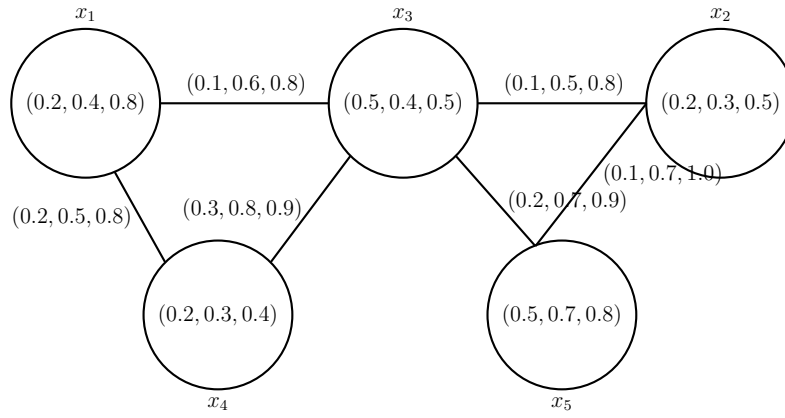
Çizelge 2.6: $\tilde{G}_{\aleph} \cup \tilde{G}'_{\aleph}$ neutrosophic esnek grafi

α''	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
e_1	(0.2,0.3,0.4)	(0,1,1)	(0.3,0.4,0.5)	(0.3,0.6,0.8)	(0,1,1)
e_2	(0.2,0.4,0.8)	(0.2,0.3,0.5)	(0.5,0.4,0.5)	(0.2,0.3,0.4)	(0.5,0.7,0.8)
e_3	(0.6,0.7,0.8)	(0,1,1)	(0.7,0.8,0.8)	(0.4,0.5,0.7)	(0,1,1)
e_4	(0,1,1)	(0.4,0.7,0.9)	(0.6,0.8,0.9)	(0,1,1)	(0.4,0.5,0.6)

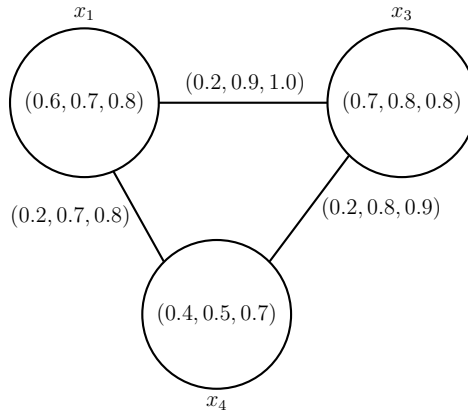
β''	$(x_1 x_4)$	$(x_3 x_4)$	$(x_1 x_3)$	$(x_2 x_3)$	$(x_3 x_5)$	$(x_2 x_5)$
e_1	(0.1,0.7,0.8)	(0.1,0.8,0.8)	(0.1,0.9,0.8)	(0,1,1)	(0,1,1)	(0,1,1)
e_2	(0.2,0.5,0.8)	(0.3,0.8,0.9)	(0.1,0.6,0.8)	(0.1,0.5,0.8)	(0.2,0.7,0.9)	(0.1,0.7,1.0)
e_3	(0.2,0.7,0.8)	(0.2,0.8,0.9)	(0.2,0.9,1.0)	(0,1,1)	(0,1,1)	(0,1,1)
e_4	(0,1,1)	(0,1,1)	(0,1,1)	(0.1,0.8,0.9)	(0.2,0.8,0.9)	(0.2,0.7,0.9)



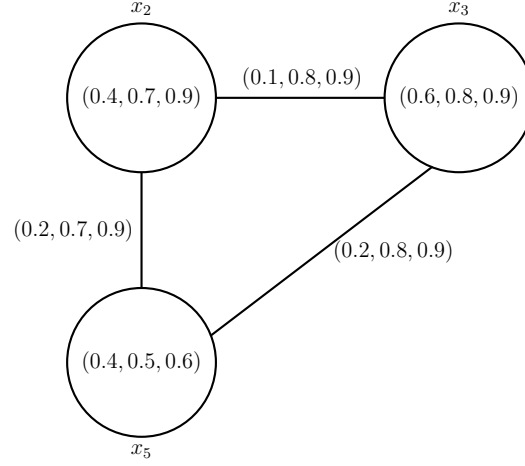
Şekil 2.13: e_1 parametresine karşılık gelen $\mathfrak{N}''(e_1)$ neutrosophic grafi



Şekil 2.14: e_2 parametresine karşılık gelen $\mathfrak{N}''(e_2)$ neutrosophic grafi



Şekil 2.15: e_3 parametresine karşılık gelen $\mathfrak{N}''(e_3)$ neutrosophic grafi



Şekil 2.16: e_4 parametresine karşılık gelen $\aleph''(e_4)$ neutrosophic grafi

Tanım 2.2.13 (Çelik, 2020) $\tilde{G}_{\aleph} = (G^*, \alpha, \beta, A)$ ve $\tilde{G}'_{\aleph} = (G^*, \alpha', \beta', B)$, $G^* = (V, E)$ da birer neutrosophic esnek graf olarak verilsin. \tilde{G}_{\aleph} ve \tilde{G}'_{\aleph} nün daraltılmış birleşimi $\tilde{G}_{\aleph} \sqcup \tilde{G}'_{\aleph} = (G^*, \alpha'', \beta'', A \cap B)$ şeklinde tanımlanır. $\tilde{G}_{\aleph} \sqcup \tilde{G}'_{\aleph}$ nin köşelerini gösteren $\alpha'' : C \rightarrow \aleph(V)$ dönüşümünün T , I ve F üyelik değerleri her $e \in C = A \cap B$ ve $x \in V$ için aşağıda verilen eşitlikler yardımıyla hesaplanır.

$$T_{\alpha''}(x) = \max\{T_{\alpha_e}(x), T_{\alpha'_e}(x)\}$$

$$I_{\alpha''}(x) = \min\{I_{\alpha_e}(x), I_{\alpha'_e}(x)\}$$

$$F_{\alpha''}(x) = \min\{F_{\alpha_e}(x), F_{\alpha'_e}(x)\}$$

Ayrıca $\tilde{G}_{\aleph} \sqcup \tilde{G}'_{\aleph}$ nin kenarlarını gösteren $\beta'' : C \rightarrow \aleph(E)$ dönüşümünün T , I ve F üyelik değerleri her $e \in C = A \cap B$ ve $xy \in E$ için aşağıda verilen eşitlikler yardımıyla hesaplanır.

$$T_{\beta''}(x) = \max\{T_{\beta_e}(xy), T_{\beta'_e}(xy)\}$$

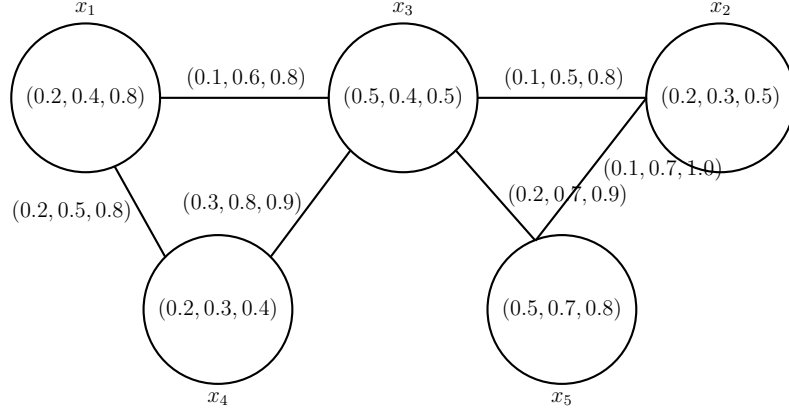
$$I_{\beta''}(x) = \min\{I_{\beta_e}(xy), I_{\beta'_e}(xy)\}$$

$$F_{\beta''}(x) = \min\{F_{\beta_e}(xy), F_{\beta'_e}(xy)\}$$

Örnek 2.2.5 Örnek 2.2.4 yeniden ele alırsa açıkça $A = A \cap B = \{e_2\}$ olacağından daraltılmış birleşim aşağıda verilen çizelgedeki gibi elde edilir.

Çizelge 2.7: $\tilde{G}_{\aleph} \sqcup \tilde{G}'_{\aleph}$ neutrosophic esnek grafi

α''	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	
e_2	(0.2,0.4,0.8)	(0.2,0.3,0.5)	(0.5,0.4,0.5)	(0.2,0.3,0.4)	(0.5,0.7,0.8)	
β''	(x_1x_4)	(x_3x_4)	(x_1x_3)	(x_2x_3)	(x_3x_5)	(x_2x_5)
e_2	(0.2,0.5,0.8)	(0.3,0.8,0.9)	(0.1,0.6,0.8)	(0.1,0.5,0.8)	(0.2,0.7,0.9)	(0.1,0.7,1.0)



Şekil 2.17: e_2 parametresine karşılık gelen $\mathfrak{N}''(e_2)$ neutrosophic grafi

Tanım 2.2.14 (Çelik, 2020) $\tilde{G}_{\mathfrak{N}} = (G^*, \alpha, \beta, A)$ ve $\tilde{G}'_{\mathfrak{N}} = (G^*, \alpha', \beta', B)$, $G^* = (V, E)$ da birer neutrosophic esnek graf olarak verilsin. $\tilde{G}_{\mathfrak{N}}$ ve $\tilde{G}'_{\mathfrak{N}}$ nin genişletilmiş arakesiti $\tilde{G}_{\mathfrak{N}} \cap \tilde{G}'_{\mathfrak{N}} = (G^*, \alpha'', \beta'', A \cup B)$ şeklinde tanımlanır. $\tilde{G}_{\mathfrak{N}} \cap \tilde{G}'_{\mathfrak{N}}$ nin köşelerini gösteren $\alpha'' : C \rightarrow \mathfrak{N}(V)$ dönüşümünün T , I ve F üyelik değerleri her $e \in C = A \cup B$ ve $x \in V$ için aşağıdaki eşitlikler yardımıyla hesaplanır.

$$T_{\alpha''_e}(x) = \begin{cases} T_{\alpha_e}(x), & \text{eğer } e \in A \setminus B \\ T_{\alpha'_e}(x), & \text{eğer } e \in B \setminus A \\ \min\{T_{\alpha_e}(x), T_{\alpha'_e}(x)\}, & \text{eğer } e \in A \cap B \end{cases}$$

$$I_{\alpha''_e}(x) = \begin{cases} I_{\alpha_e}(x), & \text{eğer } e \in A \setminus B \\ I_{\alpha'_e}(x), & \text{eğer } e \in B \setminus A \\ \max\{I_{\alpha_e}(x), I_{\alpha'_e}(x)\}, & \text{eğer } e \in A \cap B \end{cases}$$

$$F_{\alpha''_e}(x) = \begin{cases} F_{\alpha_e}(x), & \text{eğer } e \in A \setminus B \\ F_{\alpha'_e}(x), & \text{eğer } e \in B \setminus A \\ \max\{F_{\alpha_e}(x), F_{\alpha'_e}(x)\}, & \text{eğer } e \in A \cap B \end{cases}$$

Ayrıca $\tilde{G}_{\mathfrak{N}} \cap \tilde{G}'_{\mathfrak{N}}$ nin kenarlarını gösteren $\beta'' : C \rightarrow \mathfrak{N}(E)$ dönüşümünün T , I ve F üyelik değerleri her $e \in C = A \cup B$ ve $xy \in E$ için aşağıdaki eşitlikler yardımıyla hesaplanır.

$$T_{\beta''_e}(xy) = \begin{cases} T_{\beta_e}(xy), & \text{eğer } e \in A \setminus B \\ T_{\beta'_e}(xy), & \text{eğer } e \in B \setminus A \\ \min\{T_{\beta_e}(xy), T_{\beta'_e}(xy)\}, & \text{eğer } e \in A \cap B \end{cases}$$

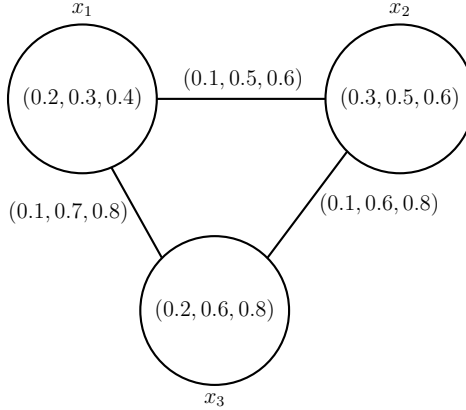
$$I_{\beta'_e}(x) = \begin{cases} I_{\beta_e}(xy), & \text{eğer } e \in A \setminus B \\ I_{\beta'_e}(xy), & \text{eğer } e \in B \setminus A \\ \max\{I_{\beta_e}(xy), I_{\beta'_e}(xy)\}, & \text{eğer } e \in A \cap B \end{cases}$$

$$F_{\beta'_e}(xy) = \begin{cases} F_{\beta_e}(xy), & \text{eğer } e \in A \setminus B \\ F_{\beta'_e}(xy), & \text{eğer } e \in B \setminus A \\ \max\{F_{\beta_e}(xy), F_{\beta'_e}(xy)\}, & \text{eğer } e \in A \cap B \end{cases}$$

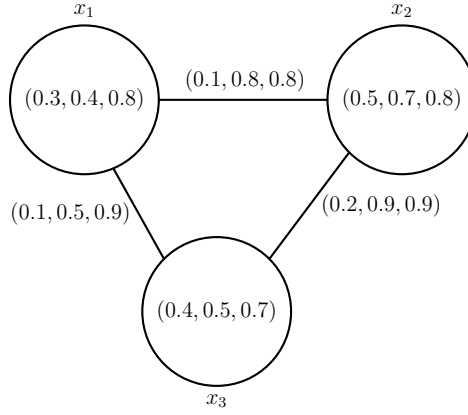
Örnek 2.2.6 $V = \{x_1, x_2, x_3\}$ ve $E = \{x_1x_2, x_1x_3, x_2x_3\}$ ile verilen $G^* = (V, E)$ basit grafını göz önüne alalım. $A = \{e_1, e_2\}$ bir parametre kümesi olmak üzere $\tilde{G}_N = (G^*, \alpha, \beta, A)$ neutrosophic esnek grafi çizelge 2.8 deki gibi verilsin.

Çizelge 2.8: \tilde{G}_N neutrosophic esnek grafi

α	x_1	x_2	x_3
e_1	(0.2,0.3,0.4)	(0.3,0.5,0.6)	(0.2,0.6,0.8)
e_2	(0.3,0.4,0.8)	(0.5,0.7,0.8)	(0.4,0.5,0.7)
β	(x_1x_2)	(x_1x_3)	(x_2x_3)
e_1	(0.1,0.5,0.6)	(0.1,0.7,0.8)	(0.1,0.6,0.8)
e_2	(0.1,0.8,0.8)	(0.1,0.5,0.9)	(0.2,0.9,0.9)



Şekil 2.18: e_1 parametresine karşılık gelen $\aleph(e_1)$ neutrosophic grafi

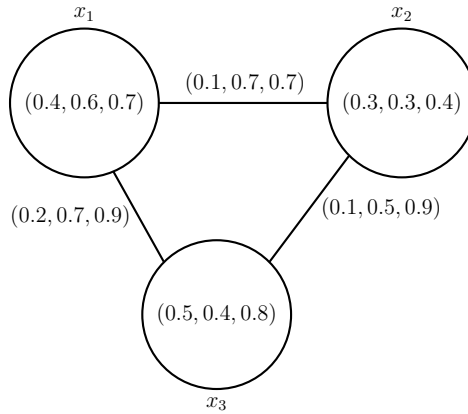


Şekil 2.19: e_2 parametresine karşılık gelen $\mathcal{N}(e_2)$ neutrosophic grafi

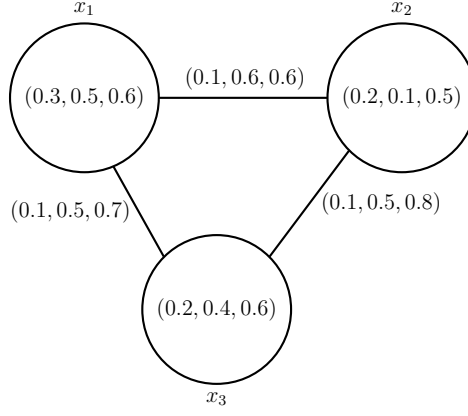
Şimdi $B = \{e_2, e_3\}$ bir parametre kümesi olmak üzere $G^* = (V, E)$ üzerinde başka bir $\tilde{G}'_{\mathcal{N}} = (G^*, \alpha', \beta', B)$ neutrosophic esnek grafi çizelge 2.9 daki gibi verilsin.

Çizelge 2.9: $\tilde{G}'_{\mathcal{N}}$ neutrosophic esnek grafi

α'	x_1	x_2	x_3
e_2	(0.4,0.6,0.7)	(0.3,0.3,0.4)	(0.5,0.4,0.8)
e_3	(0.3,0.5,0.6)	(0.2,0.1,0.5)	(0.2,0.4,0.6)
β'	(x_1x_2)	(x_1x_3)	(x_2x_3)
e_2	(0.1,0.7,0.7)	(0.2,0.7,0.9)	(0.1,0.5,0.9)
e_3	(0.1,0.6,0.6)	(0.1,0.5,0.7)	(0.1,0.5,0.8)



Şekil 2.20: e_2 parametresine karşılık gelen $\mathcal{N}'(e_2)$ neutrosophic grafi

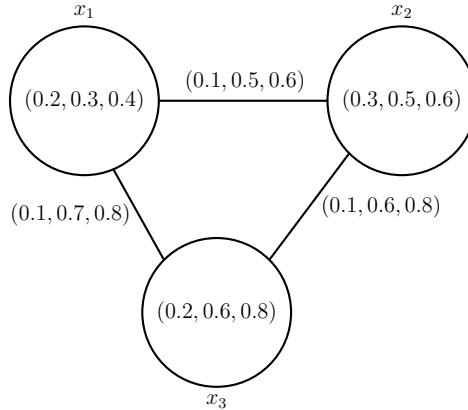


Şekil 2.21: e_3 parametresine karşılık gelen $\mathfrak{N}'(e_3)$ neutrosophic grafi

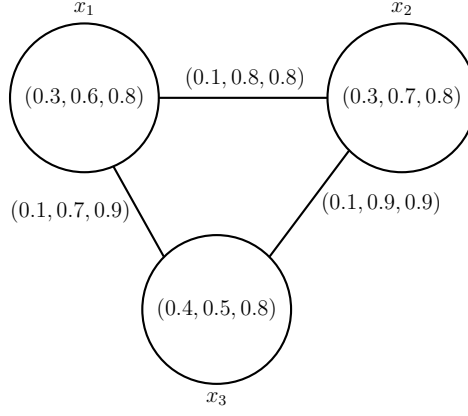
$\tilde{G}_{\mathfrak{N}}$ nin parametre kümesi $A = \{e_1, e_2\}$ ve $\tilde{G}'_{\mathfrak{N}}$ nin parametre kümesi $B = \{e_2, e_3\}$ olduğundan $\tilde{G}_{\mathfrak{N}} \cap \tilde{G}'_{\mathfrak{N}}$ nin parametre kümesi $A = A \cup B = \{e_1, e_2, e_3\}$ olarak elde edilir. $\tilde{G}_{\mathfrak{N}} \cap \tilde{G}'_{\mathfrak{N}}$ neutrosophic grafinın T , I ve F değerleri Tanım 2.2.14 e göre hesaplandığında $\tilde{G}_{\mathfrak{N}} \cap \tilde{G}'_{\mathfrak{N}}$ aşağıda verilen çizelgedeki gibi elde edilir.

Çizelge 2.10: $\tilde{G}_{\mathfrak{N}} \cap \tilde{G}'_{\mathfrak{N}}$ neutrosophic esnek grafi

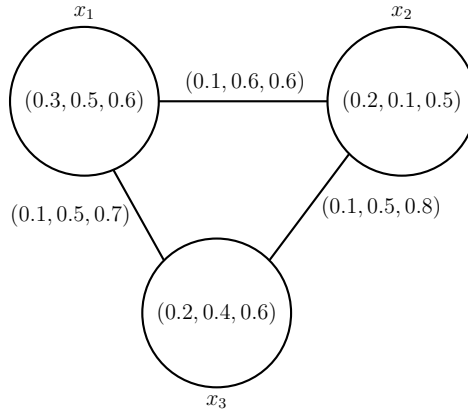
α''	x_1	x_2	x_3
e_1	(0.2,0.3,0.4)	(0.3,0.5,0.6)	(0.2,0.6,0.8)
e_2	(0.3,0.6,0.8)	(0.3,0.7,0.8)	(0.4,0.5,0.8)
e_3	(0.3,0.5,0.6)	(0.2,0.1,0.5)	(0.2,0.4,0.6)
β''	(x_1x_2)	(x_1x_3)	(x_2x_3)
e_1	(0.1,0.5,0.6)	(0.1,0.7,0.8)	(0.1,0.6,0.8)
e_2	(0.1,0.8,0.8)	(0.1,0.7,0.9)	(0.1,0.9,0.9)
e_3	(0.1,0.6,0.6)	(0.1,0.5,0.7)	(0.1,0.5,0.8)



Şekil 2.22: e_1 parametresine karşılık gelen $\mathfrak{N}''(e_1)$ neutrosophic grafi



Şekil 2.23: e_2 parametresine karşılık gelen $\mathfrak{N}''(e_2)$ neutrosophic grafi



Şekil 2.24: e_3 parametresine karşılık gelen $\mathfrak{N}''(e_3)$ neutrosophic grafi

Tanım 2.2.15 (Çelik, 2020) $\tilde{G}_{\mathfrak{N}} = (G^*, \alpha, \beta, A)$ ve $\tilde{G}'_{\mathfrak{N}} = (G^*, \alpha', \beta', B)$ sırasıyla $G^* = (V, E)$ da birer neutrosophic esnek graf olarak verilsin. $\tilde{G}_{\mathfrak{N}}$ ve $\tilde{G}'_{\mathfrak{N}}$ nin daraltılmış arakesiti $\tilde{G}_{\mathfrak{N}} \sqcap \tilde{G}'_{\mathfrak{N}} = (G^*, \alpha'', \beta'', A)$ şeklinde tanımlanır. $\tilde{G}_{\mathfrak{N}} \sqcap \tilde{G}'_{\mathfrak{N}}$ nin köşe noktalarını karakterize eden $\alpha'' : C \rightarrow \mathfrak{N}(V)$ dönüşümünün T , I ve F üyelik değerleri her $e \in C = A \cap B$ ve $x \in V$ için aşağıdaki eşitlikler yardımıyla hesaplanır.

$$T_{\alpha''_e}(x) = \min\{T_{\alpha_e}(x), T_{\alpha'_e}(x)\}$$

$$I_{\alpha''_e}(x) = \max\{I_{\alpha_e}(x), I_{\alpha'_e}(x)\}$$

$$F_{\alpha''_e}(x) = \max\{F_{\alpha_e}(x), F_{\alpha'_e}(x)\}$$

Ayrıca $\tilde{G}_{\mathfrak{N}} \sqcap \tilde{G}'_{\mathfrak{N}}$ nin kenarlarını karakterize eden $\beta'' : C \rightarrow \mathfrak{N}(E)$ dönüşümünün T , I ve F üyelik değerleri her $e \in C = A \cap B$ ve $xy \in E$ için aşağıdaki eşitlikler yardımıyla hesaplanır.

$$T_{\beta''_e}(xy) = \min\{T_{\beta_e}(xy), T_{\beta'_e}(xy)\}$$

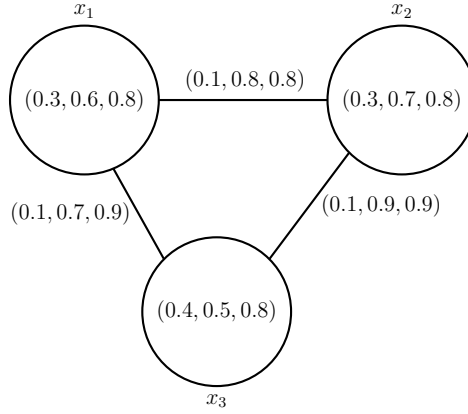
$$I_{\beta''_e}(xy) = \max\{I_{\beta_e}(xy), I_{\beta'_e}(xy)\}$$

$$F_{\beta''_e}(xy) = \max\{F_{\beta_e}(xy), F_{\beta'_e}(xy)\}$$

Örnek 2.2.7 Örnek 2.2.6 yeniden dikkate alınırsa $A = A \cap B = \{e_2\}$ olacağından daraltılmış arakesit aşağıda verilen çizelgedeki gibi elde edilir.

Çizelge 2.11: $\tilde{G}_N \square \tilde{G}'_N$ neutrosophic esnek grafi

α''	x_1	x_2	x_3
e_2	(0.3,0.6,0.8)	(0.3,0.7,0.8)	(0.4,0.5,0.8)
β''	(x_1x_2)	(x_1x_3)	(x_2x_3)
e_2	(0.1,0.8,0.8)	(0.1,0.7,0.9)	(0.1,0.9,0.9)



Şekil 2.25: e_2 parametresine karşılık gelen $\mathfrak{N}''(e_2)$ neutrosophic grafi

3. SEZGİSEL NEUTROSOPHIC GRAFLAR

3.1 Sezgisel Neutrosophic Kümeler

Tanım 3.1.1 (Bhowmik ve Madhumangal, 2009) Bir \tilde{A} sezgisel neutrosophic kümesi $X \neq \emptyset$ kümesi üzerinde $\tilde{A} = \{ \langle x, T_{\tilde{A}}(x), I_{\tilde{A}}(x), F_{\tilde{A}}(x) \rangle : x \in X \}$ şeklinde tanımlanır. Burada

$$\min\{T_{\tilde{A}}(x), F_{\tilde{A}}(x)\} \leq 0.5$$

$$\min\{T_{\tilde{A}}(x), I_{\tilde{A}}(x)\} \leq 0.5$$

$$\min\{I_{\tilde{A}}(x), F_{\tilde{A}}(x)\} \leq 0.5$$

eşitsizlikleri sağlanır ve $0 \leq T_{\tilde{A}}(x) + I_{\tilde{A}}(x) + F_{\tilde{A}}(x) \leq 2$ 'dir.

Örnek 3.1.1 $X = \{x_1, x_2, x_3\}$ bir nesnel kümesi olsun. Burada x_1 yeteneği, x_2 güvenilirliği, x_3 de nesnelere fiyatlarını karakterize etsin. Ayrıca x_1, x_2, x_3 değerlerinin $[0, 1]$ aralığında olduğunu ve bazı uzmanların bazı anketlerinden alındığını varsayalım. Nesnelere özellikleri uzmanlar tarafından iyilik derecesine göre, belirsizlik derecesine göre ve kusur derecelerine göre açıklansın. Veriler dikkate alınarak elde edilen bir \tilde{A} sezgisel neutrosophic kümesi $\tilde{A} = \{ \langle x_1, 0.4, 0.5, 0.6 \rangle, \langle x_2, 0.5, 0.3, 0.7 \rangle, \langle x_3, 0.6, 0.4, 0.5 \rangle \}$ şeklinde verilmiş olsun. Burada açıkça yeteneğin iyilik derecesi 0.4, yeteneğin belirsizlik derecesi 0.5, yeteneğin kusur derecesi 0.6 olduğu görülür.

Tanım 3.1.2 (Bhowmik ve Madhumangal, 2009) \tilde{A} ve \tilde{B} X üzerinde sezgisel neutrosophic kümeler olsun. \tilde{A} ve \tilde{B} nin arakesiti ve birleşimi sırasıyla $\tilde{A} \tilde{\cap} \tilde{B}$ ve $\tilde{A} \tilde{\cup} \tilde{B}$ notasyonlarıyla gösterilir ve sırasıyla her $x \in X$ için aşağıdaki şekilde tanımlanır.

$$T_{\tilde{A} \tilde{\cap} \tilde{B}}(x) = \min\{T_{\tilde{A}}(x), T_{\tilde{B}}(x)\}$$

$$I_{\tilde{A} \tilde{\cap} \tilde{B}}(x) = \max\{I_{\tilde{A}}(x), I_{\tilde{B}}(x)\}$$

$$F_{\tilde{A} \tilde{\cap} \tilde{B}}(x) = \max\{F_{\tilde{A}}(x), F_{\tilde{B}}(x)\}$$

$$T_{\tilde{A} \tilde{\cup} \tilde{B}}(x) = \max\{T_{\tilde{A}}(x), T_{\tilde{B}}(x)\}$$

$$I_{\tilde{A} \tilde{\cup} \tilde{B}}(x) = \min\{I_{\tilde{A}}(x), I_{\tilde{B}}(x)\}$$

$$F_{\tilde{A} \tilde{\cup} \tilde{B}}(x) = \min\{F_{\tilde{A}}(x), F_{\tilde{B}}(x)\}$$

Tanım 3.1.3 (Bhowmik ve Madhumangal, 2009) \tilde{A} ve \tilde{B} , X üzerinde sezgisel neutrosophic kümeler olsun. Eğer her $x \in X$ için $T_{\tilde{A}} \leq T_{\tilde{B}}, I_{\tilde{A}} \geq I_{\tilde{B}}, F_{\tilde{A}} \geq F_{\tilde{B}}$ eşitsizlikleri sağlanıyorsa \tilde{A} ya \tilde{B} nin sezgisel neutrosophic alt kümesidir denir ve $\tilde{A} \subseteq \tilde{B}$ şeklinde gösterilir.

Tanım 3.1.4 (Bhowmik ve Madhumangal, 2009) Her $x \in X$ için $T_{\tilde{A}}(x) = 0$ ve $I_{\tilde{A}}(x) = F_{\tilde{A}}(x) = 1$ ise \tilde{A} ya boş sezgisel neutrosophic küme, $T_{\tilde{A}}(x) = 1$ ve $I_{\tilde{A}}(x) = F_{\tilde{A}}(x) = 0$ ise \tilde{A} ya tam sezgisel neutrosophic küme denir ve sırasıyla $\tilde{\emptyset}$ ve $\tilde{\Omega}$ notasyonları ile gösterilir.

Teorem 3.1.1 (Bhowmik ve Madhumangal, 2009) \tilde{A} , \tilde{B} ve \tilde{C} X üzerinde sezgisel neutrosophic kümeler olsun. Bu taktirde aşağıdakiler sağlanır.

- i. $\tilde{A} \tilde{\cap} \tilde{\emptyset} = \tilde{\emptyset}$, $\tilde{A} \tilde{\cap} \tilde{\Omega} = \tilde{A}$
- ii. $\tilde{A} \tilde{\cup} \tilde{\emptyset} = \tilde{A}$, $\tilde{A} \tilde{\cup} \tilde{\Omega} = \tilde{\Omega}$
- iii. $(\tilde{A} \tilde{\cap} \tilde{B}) \tilde{\cap} \tilde{C} = \tilde{A} \tilde{\cap} (\tilde{B} \tilde{\cap} \tilde{C})$
- iv. $(\tilde{A} \tilde{\cup} \tilde{B}) \tilde{\cup} \tilde{C} = \tilde{A} \tilde{\cup} (\tilde{B} \tilde{\cup} \tilde{C})$
- v. $\tilde{A} \tilde{\cap} (\tilde{B} \tilde{\cup} \tilde{C}) = (\tilde{A} \tilde{\cap} \tilde{B}) \tilde{\cup} (\tilde{A} \tilde{\cap} \tilde{C})$
- vi. $\tilde{A} \tilde{\cup} (\tilde{B} \tilde{\cap} \tilde{C}) = (\tilde{A} \tilde{\cup} \tilde{B}) \tilde{\cap} (\tilde{A} \tilde{\cup} \tilde{C})$

Tanım 3.1.5 Bir X kümesi üzerinde \tilde{A} sezgisel neutrosophic kümesinin tümleyeni \tilde{A}^t notasyonu ile gösterilir ve $\tilde{A}^t = \{ \langle x, F_{\tilde{A}}(x), 1 - I_{\tilde{A}}(x), T_{\tilde{A}}(x) \rangle : x \in X \}$ şeklinde tanımlanır.

3.2 Sezgisel Neutrosophic Graflar

Tanım 3.2.1 (Akram ve Sitara, 2017) $\tilde{G} = (G^*, \tilde{A}, \tilde{B})$ grafi aşağıda verilen şartları sağlarsa \tilde{G} ye G^* üzerinde bir sezgisel neutrosophic graf denir.

- i. $\tilde{A} = \{ \langle x, T_{\tilde{A}}(x), I_{\tilde{A}}(x), F_{\tilde{A}}(x) \rangle : x \in X \}$ V üzerinde bir sezgisel neutrosophic kümedir.
- ii. $\tilde{B} = \{ \langle x, T_{\tilde{B}}(x), I_{\tilde{B}}(x), F_{\tilde{B}}(x) \rangle : x \in X \}$ E üzerinde bir sezgisel neutrosophic kümedir.

iii. Her $x, y \in V$ için \tilde{G} nin kenar ve köşeleri arasında aşağıdaki eşitsizlikler sağlanır.

$$T_{\tilde{B}}(xy) \leq \min\{T_{\tilde{A}}(x), T_{\tilde{A}}(y)\}$$

$$I_{\tilde{B}}(xy) \geq \max\{I_{\tilde{A}}(x), I_{\tilde{A}}(y)\}$$

$$F_{\tilde{B}}(xy) \geq \max\{F_{\tilde{A}}(x), F_{\tilde{A}}(y)\}$$

$$\min\{T_{\tilde{B}}(xy), F_{\tilde{B}}(xy)\} \leq 0.5$$

$$\min\{T_{\tilde{B}}(xy), I_{\tilde{B}}(xy)\} \leq 0.5$$

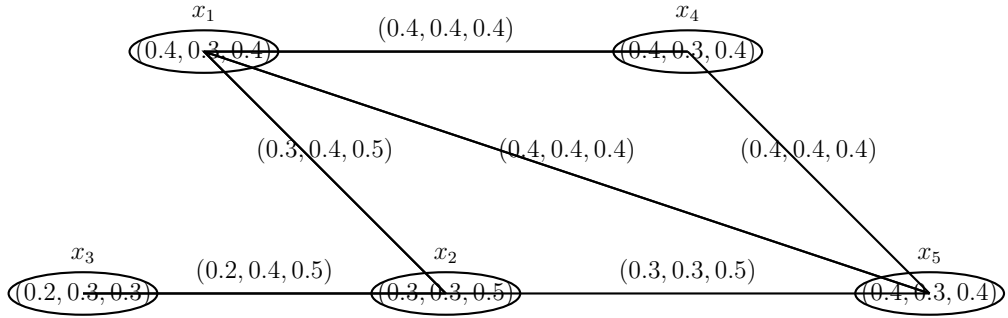
$$\min\{I_{\tilde{B}}(xy), F_{\tilde{B}}(xy)\} \leq 0.5$$

Örnek 3.2.1 $V = \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5\}$ ve $E = \{x_1x_2, x_2x_3, x_1x_4, x_4x_5, x_1x_5, x_2x_5\}$ ile verilen $G^* = (V, E)$ grafını ele alalım. \tilde{A} ve \tilde{B} sırasıyla V ve E üzerinde aşağıdaki gibi tanımlansın.

$$\tilde{A} = \{\langle x_1, 0.4, 0.3, 0.4 \rangle, \langle x_2, 0.3, 0.3, 0.5 \rangle, \langle x_3, 0.2, 0.3, 0.3 \rangle, \langle x_4, 0.4, 0.3, 0.4 \rangle, \langle x_5, 0.4, 0.3, 0.4 \rangle\}$$

$$\tilde{B} = \{\langle x_1x_2, 0.3, 0.4, 0.5 \rangle, \langle x_2x_3, 0.2, 0.4, 0.5 \rangle, \langle x_1x_4, 0.4, 0.4, 0.4 \rangle, \langle x_4x_5, 0.4, 0.4, 0.4 \rangle,$$

$$\langle x_1x_5, 0.4, 0.4, 0.4 \rangle, \langle x_2x_5, 0.3, 0.3, 0.5 \rangle\}$$



Şekil 3.1: $\tilde{G} = (G^*, \tilde{A}, \tilde{B})$ sezgisel neutrosophic grafi

Açıkça $\tilde{G} = (G^*, \tilde{A}, \tilde{B})$ nin $G^* = (V, E)$ üzerinde bir sezgisel neutrosophic graf olduğu görülür.

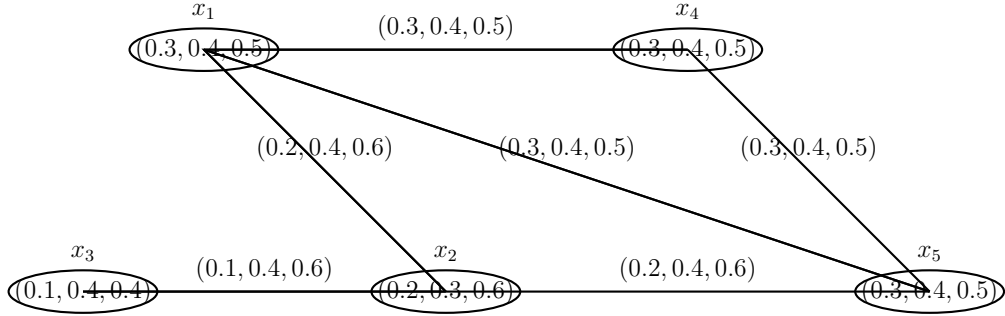
Tanım 3.2.2 (Akram ve Sitara, 2017) $\tilde{G} = (G^*, \tilde{A}, \tilde{B})$ ve $\hat{G}' = (G^*, \tilde{A}', \tilde{B}')$ iki sezgisel neutrosophic graf olsun. \tilde{G}' , \tilde{G} nin bir sezgisel neutrosophic alt grafıdır. \iff

$$i. \tilde{A}' \subseteq \tilde{A} \iff \text{Her } x \in V \text{ için } T_{\tilde{A}'}(x) \leq T_{\tilde{A}}(x), I_{\tilde{A}'}(x) \geq I_{\tilde{A}}(x), F_{\tilde{A}'}(x) \geq F_{\tilde{A}}(x)$$

ii. $B' \subseteq B \iff$ Her $xy \in E$ için $T_{\tilde{B}'}(xy) \leq T_{\tilde{B}}(xy)$, $I_{\tilde{B}'}(xy) \geq I_{\tilde{B}}(xy)$, $F_{\tilde{B}'}(xy) \geq F_{\tilde{B}}(xy)$

Örnek 3.2.2 $G^* = (V, E)$ basit grafi Örnek 3.2.1 deki gibi alınsın. Şimdi \tilde{A}' ve \tilde{B}' sırasıyla V ve E üzerinde aşağıdaki gibi tanımlansın.

$$\begin{aligned}\tilde{A}' &= \{\langle x_1, 0.3, 0.4, 0.5 \rangle, \langle x_2, 0.2, 0.3, 0.6 \rangle, \langle x_3, 0.1, 0.4, 0.4 \rangle, \langle x_4, 0.3, 0.4, 0.5 \rangle, \langle x_5, 0.3, 0.4, 0.5 \rangle\} \\ \tilde{B}' &= \{\langle x_1x_2, 0.2, 0.4, 0.6 \rangle, \langle x_2x_3, 0.1, 0.4, 0.6 \rangle, \langle x_1x_4, 0.3, 0.4, 0.5 \rangle, \langle x_4x_5, 0.3, 0.4, 0.5 \rangle, \\ &\quad \langle x_1x_5, 0.3, 0.4, 0.5 \rangle, \langle x_2x_5, 0.2, 0.4, 0.6 \rangle\}\end{aligned}$$



Şekil 3.2: $G' = (G^*, \tilde{A}', \tilde{B}')$ sezgisel neutrosophic grafi

Açıkça \tilde{G}' , \tilde{G} nin sezgisel neutrosophic alt grafidir.

Tanım 3.2.3 $\tilde{G} = (G^*, \tilde{A}, \tilde{B})$ ve $\tilde{G}' = (G'^*, \tilde{A}', \tilde{B}')$ sırasıyla $G^* = (V_1, E_1)$ ve $G'^* = (V_2, E_2)$ basit grafları üzerinde birer sezgisel neutrosophic graf olsun. \tilde{G} ve \tilde{G}' nün kartezyen çarpımı $\tilde{G} \otimes \tilde{G}' = (G^* \times G'^*, \tilde{A}'', \tilde{B}'')$ ile gösterilir. Burada $V = V_1 \times V_2$ ve $E = \{(xy_1, xy_2) \mid x \in V_1, y_1y_2 \in E_2\} \cup \{(x_1y, x_2y) \mid y \in V_2, x_1x_2 \in E_1\}$ olmak üzere \tilde{A} , V üzerinde; \tilde{B} , E üzerinde sezgisel neutrosophic kümelerdir. $\tilde{G} \otimes \tilde{G}'$ nün köşe ve kenarlarına ait T , I ve F değerleri aşağıdaki gibi tanımlanır.

i. Her $(x, y) \in V_1 \times V_2$ için

$$T_{\tilde{A}''}(x, y) = \min\{T_{\tilde{A}}(x), T_{\tilde{A}'}(y)\}$$

$$I_{\tilde{A}''}(x, y) = \max\{I_{\tilde{A}}(x), I_{\tilde{A}'}(y)\}$$

$$F_{\tilde{A}''}(x, y) = \max\{F_{\tilde{A}}(x), F_{\tilde{A}'}(y)\}$$

ii. Her $x \in V_1$ ve her $y_1y_2 \in E_2$ için

$$T_{\tilde{B}''}(xy_1, xy_2) = \min\{T_{\tilde{A}}(x), T_{\tilde{B}'}(y_1y_2)\}$$

$$I_{\tilde{B}''}(xy_1, xy_2) = \max\{I_{\tilde{A}}(x), I_{\tilde{B}'}(y_1y_2)\}$$

$$F_{\tilde{B}''}(xy_1, xy_2) = \max\{F_{\tilde{A}}(x), F_{\tilde{B}'}(y_1y_2)\}$$

iii. Her $y \in V_2$ ve her $x_1x_2 \in E_1$ için

$$T_{\tilde{B}''}(x_1y, x_2y) = \min\{T_{\tilde{B}}(x_1x_2), T_{\tilde{A}'}(y)\}$$

$$I_{\tilde{B}''}(x_1y, x_2y) = \max\{I_{\tilde{B}}(x_1x_2), I_{\tilde{A}'}(y)\}$$

$$F_{\tilde{B}''}(x_1y, x_2y) = \max\{F_{\tilde{B}}(x_1x_2), F_{\tilde{A}'}(y)\}$$

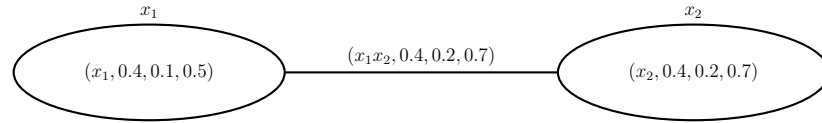
Örnek 3.2.3 $\tilde{G} = (G^*, \tilde{A}, \tilde{B})$ ve $\tilde{G}' = (G'^*, \tilde{A}', \tilde{B}')$ sırasıyla $G^* = (V_1, E_1)$ ve $G'^* = (V_2, E_2)$ basit grafları üzerinde birer sezgisel neutrosophic graf olsun. $\tilde{A}, \tilde{A}', \tilde{B}$ ve \tilde{B}' sezgisel neutrosophic kümeleri aşağıdaki gibi verilsin.

$$\hat{A} = \{(x_1, 0.4, 0.1, 0.5), (x_2, 0.4, 0.2, 0.7)\}$$

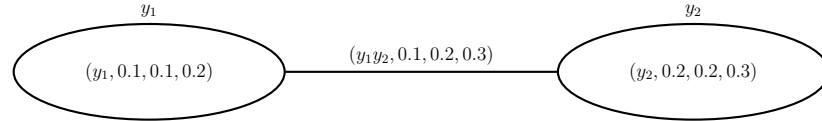
$$\hat{A}' = \{(y_1, 0.1, 0.1, 0.2), (y_2, 0.2, 0.2, 0.3)\}$$

$$\hat{B} = \{(x_1x_2, 0.4, 0.2, 0.7)\}$$

$$\hat{B}' = \{(y_1y_2, 0.1, 0.2, 0.3)\}$$

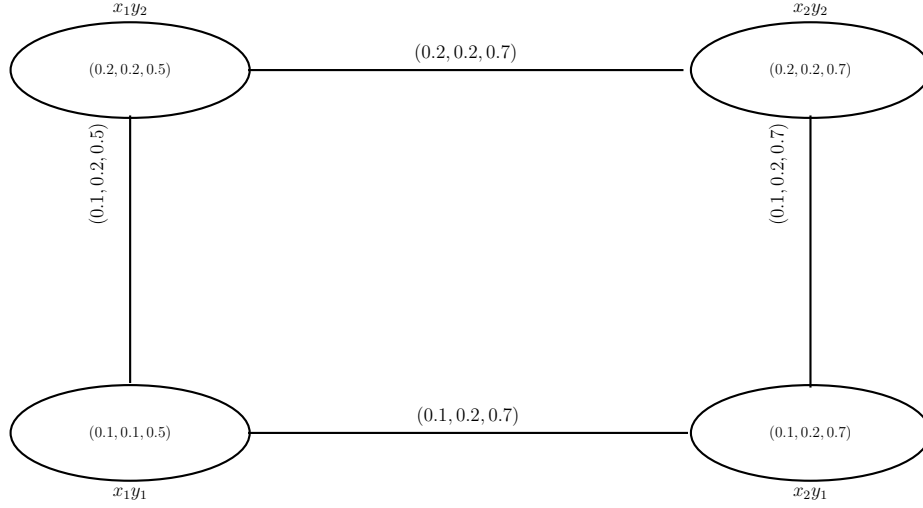


Şekil 3.3: $(G^*, \tilde{A}, \tilde{B})$ sezgisel neutrosophic grafi



Şekil 3.4: $(G'^*, \tilde{A}', \tilde{B}')$ sezgisel neutrosophic grafi

$\tilde{G} \tilde{\otimes} \tilde{G}'$ sezgisel neutrosophic grafi aşağıdaki gibi elde edilir.



Şekil 3.5: $\tilde{G} \otimes \tilde{G}'$ sezgisel neutrosophic grafi

Teorem 3.2.1 $\tilde{G} = (G^*, \tilde{A}, \tilde{B})$ ve $\tilde{G}' = (G'^*, \tilde{A}', \tilde{B}')$ sırasıyla $G^* = (V_1, E_1)$ ve $G'^* = (V_2, E_2)$ basit grafları üzerinde iki sezgisel neutrosophic graf olarak verilsin. $V = V_1 \times V_2$ ve $E = \{(xy_1, xy_2) \mid x \in V_1, y_1y_2 \in E_2\} \cup \{(x_1y, x_2y) \mid y \in V_2, x_1x_2 \in E_1\}$ olmak üzere $\tilde{G} \otimes \tilde{G}'$ grafi da $G^* \times G'^* = (V, E)$ üzerinde bir sezgisel neutrosophic graftır.

İspat. $\tilde{G} \otimes \tilde{G}' = (G^* \times G'^*, \tilde{A}'', \tilde{B}'')$ olsun. \tilde{A}'' nün $V = V_1 \times V_2$ üzerinde, \tilde{B}'' nün E üzerinde sezgisel neutrosophic kümeler olduğu açıktır. Şimdi kenar ve köşe kümeleri üzerinde ki eşitsizliklerin gerçekleştiğini gösterelim.

Her $x \in v_1$ ve $y_1y_2 \in E_2$ için

$$\begin{aligned} T_{\tilde{B}''}(xy_1, xy_2) &= \min\{T_{\tilde{A}}(x), T_{\tilde{B}'}(y_1y_2)\} \\ &\leq \min\{T_{\tilde{A}}(x), \min\{T_{\tilde{A}'}(y_1), T_{\tilde{A}'}(y_2)\}\} \\ &= \min\{\min\{T_{\tilde{A}}(x), T_{\tilde{A}'}(y_1)\}, \min\{T_{\tilde{A}}(x), T_{\tilde{A}'}(y_2)\}\} \\ &= \min\{T_{\tilde{A}''}(x, y_1), T_{\tilde{A}''}(x, y_2)\} \end{aligned}$$

Buradan $T_{\tilde{B}''}(xy_1, xy_2) \leq \min\{T_{\tilde{A}''}(x, y_1), T_{\tilde{A}''}(x, y_2)\}$ elde edilir.

$$\begin{aligned} I_{\tilde{B}''}(xy_1, xy_2) &= \max\{I_{\tilde{A}}(x), I_{\tilde{B}'}(y_1y_2)\} \\ &\geq \max\{I_{\tilde{A}}(x), \max\{I_{\tilde{A}'}(y_1), I_{\tilde{A}'}(y_2)\}\} \\ &= \max\{\max\{I_{\tilde{A}}(x), I_{\tilde{A}'}(y_1)\}, \max\{I_{\tilde{A}}(x), I_{\tilde{A}'}(y_2)\}\} \\ &= \max\{I_{\tilde{A}''}(x, y_1), I_{\tilde{A}''}(x, y_2)\} \end{aligned}$$

Buradan $I_{\tilde{B}''}(xy_1, xy_2) \geq \max\{I_{\tilde{A}''}(x, y_1), I_{\tilde{A}''}(x, y_2)\}$ elde edilir.

$$\begin{aligned}
F_{\tilde{B}''}(xy_1, xy_2) &= \max\{F_A(x), F_{\tilde{B}'}(y_1y_2)\} \\
&\geq \max\{F_{\tilde{A}}(x), \max\{F_{\tilde{A}'}(y_1), F_{\tilde{A}'}(y_2)\}\} \\
&= \max\{\max\{F_{\tilde{A}}(x), F_{\tilde{A}'}(y_1)\}, \max\{F_{\tilde{A}}(x), F_{\tilde{A}'}(y_2)\}\} \\
&= \max\{F_{\tilde{A}''}(x, y_1), F_{\tilde{A}''}(x, y_2)\} \\
\text{Buradan } F_{\tilde{B}''}(xy_1, xy_2) &\geq \max\{F_{\tilde{A}''}(x, y_1), F_{\tilde{A}''}(x, y_2)\} \text{ elde edilir.}
\end{aligned}$$

Benzer şekilde her $y \in V_2$ ve her $x_1x_2 \in E_1$ için

$$\begin{aligned}
T_{\tilde{B}''}(x_1y, x_2y) &= \min\{T_{\tilde{B}}(x_1x_2), T_{\tilde{A}'}(y)\} \\
I_{\tilde{B}''}(x_1y, x_2y) &= \max\{I_{\tilde{B}}(x_1x_2), I_{\tilde{A}'}(y)\} \\
F_{\tilde{B}''}(x_1y, x_2y) &= \max\{F_{\tilde{B}}(x_1x_2), F_{\tilde{A}'}(y)\} \text{ olup} \\
T_{\tilde{B}''}(x_1y, x_2y) &\leq \min\{T_{\tilde{A}''}(x_1, y), T_{\tilde{A}''}(x_2, y)\} \\
I_{\tilde{B}''}(x_1y, x_2y) &\geq \max\{I_{\tilde{A}''}(x_1, y), I_{\tilde{A}''}(x_2, y)\} \\
F_{\tilde{B}''}(x_1y, x_2y) &\geq \max\{F_{\tilde{A}''}(x_1, y), F_{\tilde{A}''}(x_2, y)\}
\end{aligned}$$

eşitsizliklerinin sağlandığı gösterilebilir.

Sonuç olarak $\tilde{G} \otimes \tilde{G}' = (G''^*, \tilde{A}'', \tilde{B}'')$ kartezyen çarpımı $G^* = (V, E)$ basit grafında sezgisel neutrosophic graftır.

Tanım 3.2.4 $\tilde{G} = (G^*, \tilde{A}, \tilde{B})$ ve $\tilde{G}' = (G'^*, \tilde{A}', \tilde{B}')$ sırasıyla $G^* = (V_1, E_1)$ ve $G'^* = (V_2, E_2)$ basit grafları üzerinde birer sezgisel neutrosophic graf olsun. \tilde{G} ve \tilde{G}' nün çarpımı $\tilde{G} \tilde{*} \tilde{G}' = (G^* \times G'^*, \tilde{A}'', \tilde{B}'')$ iel gösterilir. Burada $V = V_1 \times V_2$ ve $E = \{(xy_1, xy_2) \mid x \in V_1, y_1y_2 \in E_2\} \cup \{(x_1y, x_2y) \mid y \in V_2, x_1x_2 \in E_1\}$ olmak üzere \tilde{A}'' , V üzerinde; \tilde{B}'' , E üzerinde sezgisel neutrosophic kümelerdir. $\tilde{G} \tilde{*} \tilde{G}'$ nün köşe ve kenarlarına ait T , I ve F değerleri aşağıdaki gibi tanımlanır.

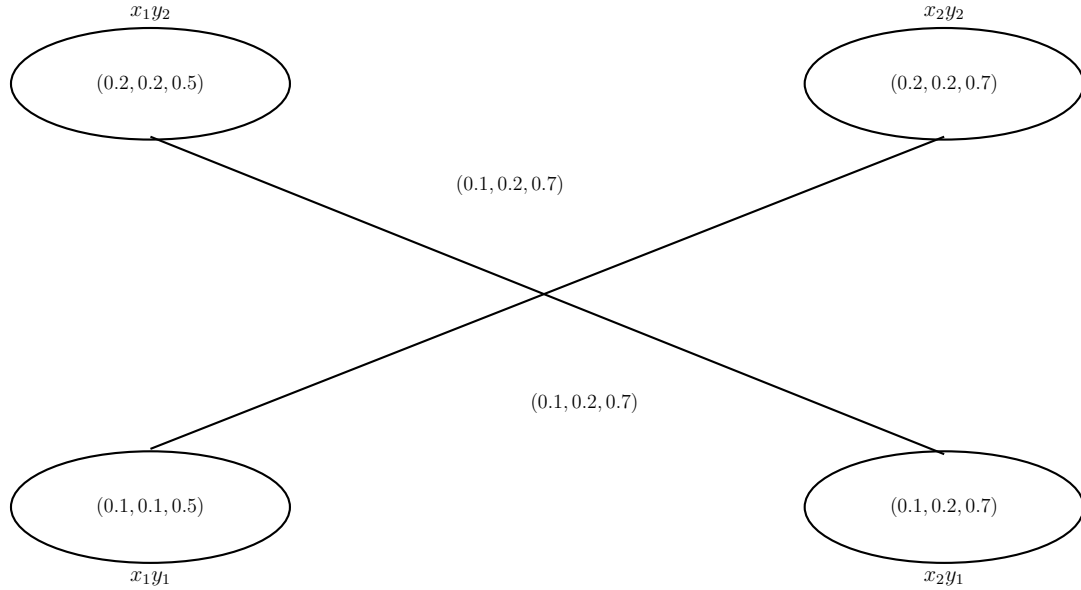
i. Her $(x_1, x_2) \in V_1 \times V_2$ ve her $(e_1, e_2) \in A'' \times B''$ için

$$\begin{aligned}
T_{\tilde{B}''}(x_1, x_2) &= \min\{T_{\tilde{A}(e_1)}(x_1), T_{\tilde{A}'(e_2)}(x_2)\} \\
I_{\tilde{B}''}(x_1, x_2) &= \max\{I_{\tilde{A}(e_1)}(x_1), I_{\tilde{A}'(e_2)}(x_2)\} \\
F_{\tilde{B}''}(x_1, x_2) &= \max\{F_{\tilde{A}(e_1)}(x_1), F_{\tilde{A}'(e_2)}(x_2)\}
\end{aligned}$$

ii. $x_1 \neq x_2, y_1 \neq y_2$ olmak üzere her $x_1x_2 \in E_1$ ve $y_1y_2 \in E_2$ için

$$\begin{aligned}
T_{\tilde{B}''}(x_1y_1, x_2y_2) &= \min\{T_{\tilde{B}}(x_1x_2), T_{\tilde{B}'}(y_1y_2)\} \\
I_{\tilde{B}''}(x_1y_1, x_2y_2) &= \max\{I_{\tilde{B}}(x_1x_2), I_{\tilde{B}'}(y_1y_2)\} \\
F_{\tilde{B}''}(x_1y_1, x_2y_2) &= \max\{F_{\tilde{B}}(x_1x_2), F_{\tilde{B}'}(y_1y_2)\}
\end{aligned}$$

Örnek 3.2.4 Örnek 3.2.3 deki G^* ve G'^* sezgisel neutrosophic graflarını dikkate alalım. Bu takdirde $\tilde{G} \tilde{G}'$ aşağıdaki gibi elde edilir.



Şekil 3.6: $\tilde{G} \tilde{G}'$ sezgisel neutrosophic grafi

Teorem 3.2.2 $\tilde{G} = (G^*, \tilde{A}, \tilde{B})$ ve $\tilde{G}' = (G'^*, \tilde{A}', \tilde{B}')$ sırasıyla $G^* = (V_1, E_1)$ ve $G'^* = (V_2, E_2)$ basit grafları üzerinde iki sezgisel neutrosophic graf olarak verilsin. $V = V_1 \times V_2$ ve $E = \{(xy_1, xy_2) \mid x \in V_1, y_1y_2 \in E_2\} \cup \{(x_1y, x_2y) \mid y \in V_2, x_1x_2 \in E_1\}$ olmak üzere $\tilde{G} \tilde{G}'$ çarpımı da $G^* \times G'^* = (V, E)$ üzerinde bir sezgisel neutrosophic graftır.

İspat. $\tilde{G} \tilde{G}' = (G^* \times G'^*, \tilde{A}'', \tilde{B}'')$ olsun. Her $x_1x_2 \in E_1$ ve her $y_1y_2 \in E_2$ için

$$\begin{aligned} T_{\tilde{B}''}(x_1y_1, x_2y_2) &= \min\{T_{\tilde{B}}(x_1x_2), T_{\tilde{B}'}(y_1y_2)\} \\ &\leq \min\{\min\{T_{\tilde{A}}(x_1), T_{\tilde{A}}(x_2)\}, \min\{T_{\tilde{A}'}(y_1), T_{\tilde{A}'}(y_2)\}\} \\ &= \min\{\min\{T_{\tilde{A}}(x_1), T_{\tilde{A}'}(y_1)\}, \min\{T_{\tilde{A}}(x_2), T_{\tilde{A}'}(y_2)\}\} \\ &= \min\{T_{\tilde{A}''}(x_1, y_1), T_{\tilde{A}''}(x_2, y_2)\} \end{aligned}$$

Buradan $T_{\tilde{B}''}(x_1y_1, x_2y_2) \leq \min\{T_{\tilde{A}''}(x_1, y_1), T_{\tilde{A}''}(x_2, y_2)\}$ elde edilir.

$$\begin{aligned}
I_{\tilde{B}''}(x_1y_1, x_2y_2) &= \max\{I_{\tilde{B}}(x_1x_2), I_{\tilde{B}'}(y_1y_2)\} \\
&\geq \max\{\max\{I_{\tilde{A}}(x_1), I_{\tilde{A}}(x_2)\}, \max\{I_{\tilde{A}'}(y_1), I_{\tilde{A}'}(y_2)\}\} \\
&= \max\{\max\{I_{\tilde{A}}(x_1), I_{\tilde{A}'}(y_1)\}, \max\{I_{\tilde{A}}(x_2), I_{\tilde{A}'}(y_2)\}\} \\
&= \max\{I_{\tilde{A}''}(x_1, y_1), I_{\tilde{A}''}(x_2, y_2)\}
\end{aligned}$$

Buradan $I_{\tilde{A}''}(x_1y_1, x_2y_2) \geq \max\{I_{\tilde{A}''}(x_1, y_1), I_{\tilde{A}''}(x_2, y_2)\}$ elde edilir.

$$\begin{aligned}
F_{\tilde{B}''}(x_1y_1, x_2y_2) &= \max\{F_{\tilde{B}}(x_1x_2), F_{\tilde{B}'}(y_1y_2)\} \\
&\geq \max\{\max\{F_{\tilde{A}}(x_1), F_{\tilde{A}}(x_2)\}, \max\{F_{\tilde{A}'}(y_1), F_{\tilde{A}'}(y_2)\}\} \\
&= \max\{\max\{F_{\tilde{A}}(x_1), F_{\tilde{A}'}(y_1)\}, \max\{F_{\tilde{A}}(x_2), F_{\tilde{A}'}(y_2)\}\} \\
&= \max\{F_{\tilde{A}''}(x_1, y_1), F_{\tilde{A}''}(x_2, y_2)\}
\end{aligned}$$

Buradan $F_{\tilde{A}''}(x_1y_1, x_2y_2) \geq \max\{F_{\tilde{A}''}(x_1, y_1), F_{\tilde{A}''}(x_2, y_2)\}$ elde edilir.

Dolayısıyla $\tilde{G} \tilde{*} \tilde{G}' = (G''^*, \tilde{A}'', \tilde{B}'')$ çarpımı $G^* = (V, E)$ basit grafında sezgisel neutrosophic graftır.

Tanım 3.2.5 $\tilde{G} = (G^*, \tilde{A}, \tilde{B})$ ve $\tilde{G}' = (G'^*, \tilde{A}', \tilde{B}')$ sırasıyla $G^* = (V_1, E_1)$ ve $G'^* = (V_2, E_2)$ basit grafları üzerinde birer sezgisel neutrosophic graf olsun. \tilde{G} ve \tilde{G}' nün güçlü çarpımı $\tilde{G} \tilde{\odot} \tilde{G}' = (G^* \times G'^*, \tilde{A}'', \tilde{B}'')$ ile gösterilir. Burada $V = V_1 \times V_2$ ve $E = \{(xy_1, xy_2) \mid x \in V_1, y_1y_2 \in E_2\} \cup \{(x_1y, x_2y) \mid y \in V_2, x_1x_2 \in E_1\} \cup \{(x_1y_1, x_2y_2) \mid x_1x_2 \in E_1, y_1y_2 \in E_2, x_1 \neq x_2, y_1 \neq y_2\}$ olmak üzere \tilde{A}'' , V üzerinde; \tilde{B}'' , E üzerinde sezgisel neutrosophic kümelerdir. $\tilde{G} \tilde{\odot} \tilde{G}'$ nün köşe ve kenarlarına ait T , I ve F değerleri aşağıdaki gibi tanımlanır.

i. Her $(x, y) \in V_1 \times V_2$ için

$$\begin{aligned}
T_{\tilde{A}''}(x, y) &= \min\{T_{\tilde{A}}(x), T_{\tilde{A}'}(y)\} \\
I_{\tilde{A}''}(x, y) &= \max\{I_{\tilde{A}}(x), I_{\tilde{A}'}(y)\} \\
F_{\tilde{A}''}(x, y) &= \max\{F_{\tilde{A}}(x), F_{\tilde{A}'}(y)\}
\end{aligned}$$

ii. Her $x \in V_1$ ve her $y_1y_2 \in E_2$ için

$$\begin{aligned}
T_{\tilde{B}''}(xy_1, xy_2) &= \min\{T_{\tilde{A}}(x), T_{\tilde{B}'}(y_1y_2)\} \\
I_{\tilde{B}''}(xy_1, xy_2) &= \max\{I_{\tilde{A}}(x), I_{\tilde{B}'}(y_1y_2)\} \\
F_{\tilde{B}''}(xy_1, xy_2) &= \max\{F_{\tilde{A}}(x), F_{\tilde{B}'}(y_1y_2)\}
\end{aligned}$$

iii. Her $y \in V_2$ ve her $x_1x_2 \in E_1$ için

$$T_{\tilde{B}''}(x_1y, x_2y) = \min\{T_{\tilde{B}}(x_1x_2), T_{\tilde{A}'}(y)\}$$

$$I_{\tilde{B}''}(x_1y, x_2y) = \max\{I_{\tilde{B}}(x_1x_2), I_{\tilde{A}'}(y)\}$$

$$F_{\tilde{B}''}(x_1y, x_2y) = \max\{F_{\tilde{B}}(x_1x_2), F_{\tilde{A}'}(y)\}$$

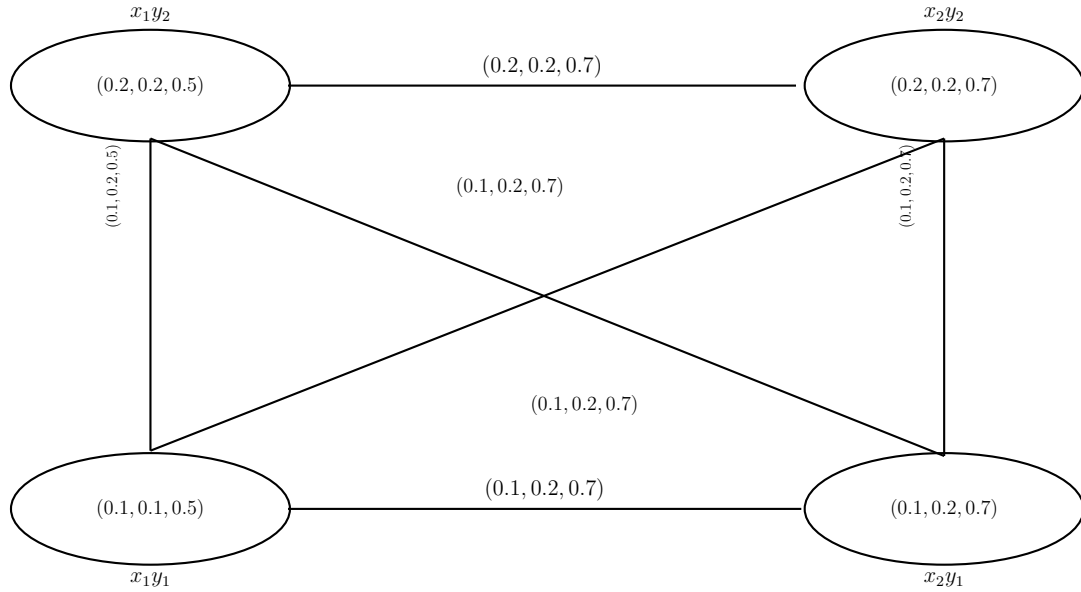
iv. $x_1 \neq x_2, y_1 \neq y_2$ olmak üzere her $x_1x_2 \in E_1$ ve $y_1y_2 \in E_2$ için

$$T_{\tilde{B}''}(x_1y_1, x_2y_2) = \min\{T_{\tilde{B}}(x_1x_2), T_{\tilde{B}'}(y_1y_2)\}$$

$$I_{\tilde{B}''}(x_1y_1, x_2y_2) = \max\{I_{\tilde{B}}(x_1x_2), I_{\tilde{B}'}(y_1y_2)\}$$

$$F_{\tilde{B}''}(x_1y_1, x_2y_2) = \max\{F_{\tilde{B}}(x_1x_2), F_{\tilde{B}'}(y_1y_2)\}$$

Örnek 3.2.5 Örnek 3.2.3 deki G^* ve G'^* sezgisel neutrosophic graflarını dikkate alalım. Bu takdirde $\tilde{G}\tilde{\odot}\tilde{G}'$ aşağıdaki gibi elde edilir.



Şekil 3.7: $\tilde{G}\tilde{\odot}\tilde{G}'$ sezgisel neutrosophic grafi

Teorem 3.2.3 $\tilde{G} = (G^*, \tilde{A}, \tilde{B})$ ve $\tilde{G}' = (G'^*, \tilde{A}', \tilde{B}')$ sırasıyla $G^* = (V_1, E_1)$ ve $G'^* = (V_2, E_2)$ basit grafları üzerinde birer sezgisel neutrosophic graf olarak verilsin. $V = V_1 \times V_2$ ve $E = \{(xy_1, xy_2) \mid x \in V_1, y_1y_2 \in E_2\} \cup \{(x_1y, x_2y) \mid y \in V_2, x_1x_2 \in E_1\} \cup \{(x_1y_1, x_2y_2) \mid x_1x_2 \in E_1, y_1y_2 \in E_2, x_1 \neq x_2, y_1 \neq y_2\}$ olmak üzere $\tilde{G}\tilde{\odot}\tilde{G}'$ güçlü çarpımı da $G^* \times G'^* = (V, E)$ üzerinde bir sezgisel neutrosophic graftır.

İspat. $\tilde{G}\tilde{\odot}\tilde{G}' = (G^* \times G'^*, A'' \times B'')$ olsun. Her $y_1y_2 \in E_2$ için

$$\begin{aligned} T_{\tilde{B}''}(x_1y_1, x_2y_2) &= \min\{T_{\tilde{B}}(x_1x_2), T_{\tilde{B}'}(y_1y_2)\} \\ &\leq \min\{\min\{T_{\tilde{A}}(x_1), T_{\tilde{A}}(x_2)\}, \min\{T_{\tilde{A}'}(y_1), T_{\tilde{A}'}(y_2)\}\} \\ &= \min\{\min\{T_{\tilde{A}}(x_1), T_{\tilde{A}'}(y_1)\}, \min\{T_{\tilde{A}}(x_2), T_{\tilde{A}'}(y_2)\}\} \\ &= \min\{T_{\tilde{A}''}(x_1, y_1), T_{\tilde{A}''}(x_2, y_2)\} \end{aligned}$$

Buradan $T_{\tilde{B}''}(x_1y_1, x_2y_2) \leq \min\{T_{\tilde{A}''}(x_1, y_1), T_{\tilde{A}''}(x_2, y_2)\}$ elde edilir.

$$\begin{aligned} I_{\tilde{B}''}(x_1y_1, x_2y_2) &= \max\{I_{\tilde{B}}(x_1x_2), I_{\tilde{B}'}(y_1y_2)\} \\ &\geq \max\{\max\{I_{\tilde{A}}(x_1), I_{\tilde{A}}(x_2)\}, \max\{I_{\tilde{A}'}(y_1), I_{\tilde{A}'}(y_2)\}\} \\ &= \max\{\max\{I_{\tilde{A}}(x_1), I_{\tilde{A}'}(y_1)\}, \max\{I_{\tilde{A}}(x_2), I_{\tilde{A}'}(y_2)\}\} \\ &= \max\{I_{\tilde{A}''}(x_1, y_1), I_{\tilde{A}''}(x_2, y_2)\} \end{aligned}$$

Buradan $I_{\tilde{B}''}(x_1y_1, x_2y_2) \geq \max\{I_{\tilde{A}''}(x_1, y_1), I_{\tilde{A}''}(x_2, y_2)\}$ elde edilir.

$$\begin{aligned} F_{\tilde{B}''}(x_1y_1, x_2y_2) &= \max\{F_{\tilde{B}}(x_1x_2), F_{\tilde{B}'}(y_1y_2)\} \\ &\geq \max\{\max\{F_{\tilde{A}}(x_1), F_{\tilde{A}}(x_2)\}, \max\{F_{\tilde{A}'}(y_1), F_{\tilde{A}'}(y_2)\}\} \\ &= \max\{\max\{F_{\tilde{A}}(x_1), F_{\tilde{A}'}(y_1)\}, \max\{F_{\tilde{A}}(x_2), F_{\tilde{A}'}(y_2)\}\} \\ &= \max\{F_{\tilde{A}''}(x_1, y_1), F_{\tilde{A}''}(x_2, y_2)\} \end{aligned}$$

Buradan $F_{\tilde{B}''}(x_1y_1, x_2y_2) \geq \max\{F_{\tilde{A}''}(x_1, y_1), F_{\tilde{A}''}(x_2, y_2)\}$ elde edilir.

Açıkça $\tilde{G}\tilde{\odot}\tilde{G}' = (G''^*, \tilde{A}'', \tilde{B}'')$ güçlü çarpımı $G^* = (V, E)$ basit grafında sezgisel neutrosophic graftır.

Tanım 3.2.6 $\tilde{G} = (G^*, \tilde{A}, \tilde{B})$ ve $\tilde{G}' = (G'^*, \tilde{A}', \tilde{B}')$ sırasıyla $G^* = (V_1, E_1)$ ve $G'^* = (V_2, E_2)$ basit grafları üzerinde birer sezgisel neutrosophic graf olsun. \tilde{G} ve \tilde{G}' nün bileşkesi $\tilde{G}\tilde{\odot}\tilde{G}' = (G^* \times G'^*, \tilde{A}'', \tilde{B}'')$ ile gösterilir. Burada $V = V_1 \times V_2$ ve $E = \{(xy_1, xy_2) \mid x \in V_1, y_1y_2 \in E_2\} \cup \{(x_1y, x_2y) \mid y \in V_2, x_1x_2 \in E_1\} \cup \{(x_1y_1, x_2y_2) \mid x_1x_2 \in E_1, y_1 \neq y_2\}$ olmak üzere \tilde{A}'' , V üzerinde; \tilde{B}'' , E üzerinde sezgisel neutrosophic kümelerdir. $\tilde{G}\tilde{\odot}\tilde{G}'$ nün köşe ve kenarlarına ait T , I ve F değerleri aşağıdaki gibi tanımlanır.

i. Her $(x, y) \in V_1 \times V_2$ için

$$\begin{aligned} T_{\tilde{A}''}(x, y) &= \min\{T_{\tilde{A}}(x_1), T_{\tilde{A}'}(y_1)\} \\ I_{\tilde{A}''}(x, y) &= \max\{I_{\tilde{A}}(x_1), I_{\tilde{A}'}(y_1)\} \\ F_{\tilde{A}''}(x, y) &= \max\{F_{\tilde{A}}(x_1), F_{\tilde{A}'}(y_1)\} \end{aligned}$$

ii. Her $x \in V_1$ ve her $y_1y_2 \in E_2$ için

$$T_{\tilde{B}''}(xy_1, xy_2) = \min\{T_{\tilde{A}}(x), T_{\tilde{B}'}(y_1y_2)\}$$

$$I_{\tilde{B}''}(xy_1, xy_2) = \max\{I_{\tilde{A}}(x), I_{\tilde{B}'}(y_1y_2)\}$$

$$F_{\tilde{B}''}(xy_1, xy_2) = \max\{F_{\tilde{A}}(x), F_{\tilde{B}'}(y_1y_2)\}$$

iii. Her $y \in V_2$ ve her $x_1x_2 \in E_1$ için

$$T_{\tilde{B}''}(x_1y, x_2y) = \min\{T_{\tilde{B}}(x_1x_2), T_{\tilde{A}'}(y)\}$$

$$I_{\tilde{B}''}(x_1y, x_2y) = \max\{I_{\tilde{B}}(x_1x_2), I_{\tilde{A}'}(y)\}$$

$$F_{\tilde{B}''}(x_1y, x_2y) = \max\{F_{\tilde{B}}(x_1x_2), F_{\tilde{A}'}(y)\}$$

iv. $y_1 \neq y_2$ olmak üzere her $y_1, y_2 \in V_2$ ve $x_1x_2 \in E_1$

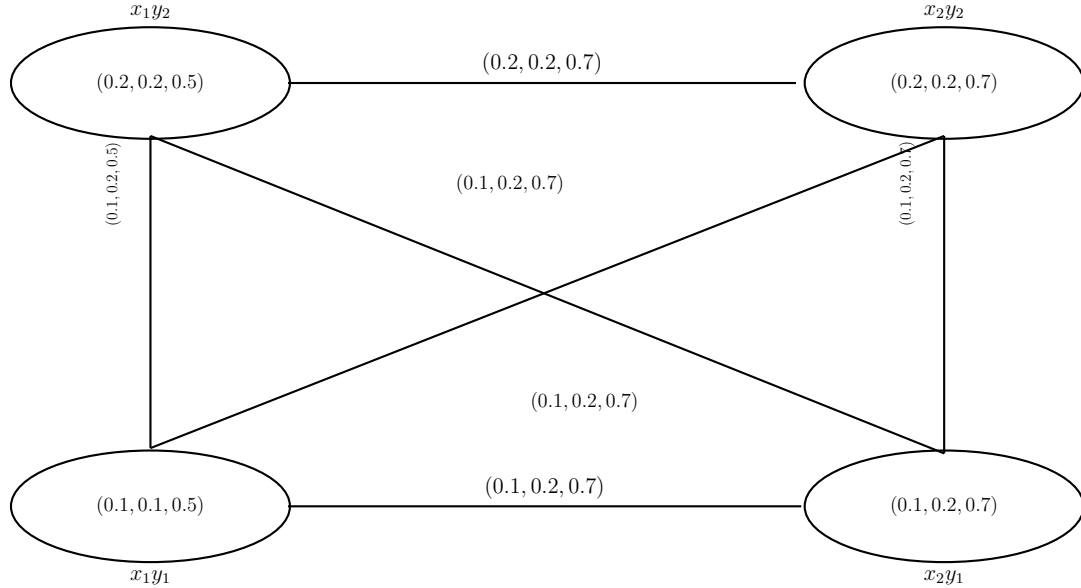
$$T_{\tilde{B}''}(x_1y_1, x_2y_2) = \min\{T_{\tilde{A}'}(y_1), T_{\tilde{A}'}(y_2), T_{\tilde{B}}(x_1x_2)\}$$

$$I_{\tilde{B}''}(x_1y_1, x_2y_2) = \max\{I_{\tilde{A}'}(y_1), I_{\tilde{A}'}(y_2), I_{\tilde{B}}(x_1x_2)\}$$

$$F_{\tilde{B}''}(x_1y_1, x_2y_2) = \max\{F_{\tilde{A}'}(y_1), F_{\tilde{A}'}(y_2), F_{\tilde{B}}(x_1x_2)\}$$

Örnek 3.2.6 Örnek 3.2.3 deki G^* ve G'^* sezgisel neutrosophic graflarını dikkate alalım.

Bu takdirde $\tilde{G} \tilde{\circ} \tilde{G}'$ aşağıdaki gibi elde edilir.



Şekil 3.8: $\tilde{G} \tilde{\circ} \tilde{G}'$ sezgisel neutrosophic grafi

Teorem 3.2.4 $\tilde{G} = (G^*, \tilde{A}, \tilde{B})$ ve $\tilde{G}' = (G'^*, \tilde{A}', \tilde{B}')$ sırasıyla $G^* = (V_1, E_1)$ ve $G'^* = (V_2, E_2)$ basit grafları üzerinde birer sezgisel neutrosophic graf olarak verilsin.

$V = V_1 \times V_2$ ve $E = \{(xy_1, xy_2) \mid x \in V_1, y_1y_2 \in E_2\} \cup \{(x_1y, x_2y) \mid y \in V_2, x_1x_2 \in E_1\}$

$E_1\} \cup \{(x_1y_1, x_2y_2) \mid x_1x_2 \in E_1, y_1 \neq y_2\}$ olmak üzere $\tilde{G} \tilde{\circ} \tilde{G}'$ bileşkesi de $G^* \times G'^* = (V, E)$ üzerinde bir sezgisel neutrosophic graftır.

İspat. $\tilde{G} \tilde{\circ} \tilde{G}' = (G^* \times G'^*, A'', B'')$ olsun. Her $y_1y_2 \in E_2$ için $y_1 \neq y_2$ olmak üzere her $(x_1y_1, x_2y_2) \in E$ için

$$\begin{aligned} T_{B''}(x_1y_1, x_2y_2) &= \min\{T_B(x_1x_2), T_{A'}(y_1), T_{A'}(y_2)\} \\ &\leq \min\{\min\{T_A(x_1), T_A(x_2)\}, T_{A'}(y_1), T_{A'}(y_2)\} \\ &= \min\{\min\{T_A(x_1), T_{A'}(y_1)\}, \min\{T_A(x_2), T_{A'}(y_2)\}\} \\ &= \min\{T_{A''}(x_1, y_1), T_{A''}(x_2, y_2)\} \end{aligned}$$

Buradan $T_{B''}(x_1y_1, x_2y_2) \leq \min\{T_{A''}(x_1, y_1), T_{A''}(x_2, y_2)\}$ elde edilir.

$$\begin{aligned} I_{B''}(x_1y_1, x_2y_2) &= \max\{I_B(x_1x_2), I_{A'}(y_1), I_{A'}(y_2)\} \\ &\geq \max\{\max\{I_A(x_1), I_A(x_2)\}, I_{A'}(y_1), I_{A'}(y_2)\} \\ &= \max\{\max\{I_A(x_1), I_{A'}(y_1)\}, \max\{I_A(x_2), I_{A'}(y_2)\}\} \\ &= \max\{I_{A''}(x_1, y_1), I_{A''}(x_2, y_2)\} \end{aligned}$$

Buradan $I_{B''}(x_1y_1, x_2y_2) \geq \max\{I_{A''}(x_1, y_1), I_{A''}(x_2, y_2)\}$ elde edilir.

$$\begin{aligned} F_{B''}(x_1y_1, x_2y_2) &= \max\{F_B(x_1x_2), F_{A'}(y_1), F_{A'}(y_2)\} \\ &\geq \max\{\max\{F_A(x_1), F_A(x_2)\}, F_{A'}(y_1), F_{A'}(y_2)\} \\ &= \max\{\max\{F_A(x_1), F_{A'}(y_1)\}, \max\{F_A(x_2), F_{A'}(y_2)\}\} \\ &= \max\{F_{A''}(x_1, y_1), F_{A''}(x_2, y_2)\} \end{aligned}$$

Buradan $F_{B''}(x_1y_1, x_2y_2) \geq \max\{F_{A''}(x_1, y_1), F_{A''}(x_2, y_2)\}$ elde edilir.

Dolayısıyla $\tilde{G} \tilde{\circ} \tilde{G}' = (G'^*, \tilde{A}'', \tilde{B}'')$ $G^* = (V, E)$ basit grafında bir sezgisel neutrosophic graftır.

Tanım 3.2.7 $\tilde{G} = (G^*, \tilde{A}, \tilde{B})$ ve $\tilde{G}' = (G^*, \tilde{A}', \tilde{B}')$ $G^* = (V, E)$ da birer sezgisel neutrosophic graf olsun. \tilde{G} ve \tilde{G}' nün birleşimi $\tilde{G} \tilde{\cup} \tilde{G}' = (G^*, \tilde{A}'', \tilde{B}'')$ notasyonu ile gösterilir. $\tilde{G} \tilde{\cup} \tilde{G}'$ nin köşe ve kenarlarına ait T, I ve F değerleri aşağıdaki gibi tanımlanır.

i. Her $x \in V$ için

$$\begin{aligned} T_{\tilde{A}''}(x) &= \max\{T_{\tilde{A}}(x), T_{\tilde{A}'}(x)\} \\ I_{\tilde{A}''}(x) &= \min\{I_{\tilde{A}}(x), I_{\tilde{A}'}(x)\} \\ F_{\tilde{A}''}(x) &= \min\{F_{\tilde{A}}(x), F_{\tilde{A}'}(x)\} \end{aligned}$$

ii. Her $xy \in E$ için

$$T_{\tilde{B}''}(xy) = \max\{T_{\tilde{B}}(xy), T_{\tilde{B}'}(xy)\}$$

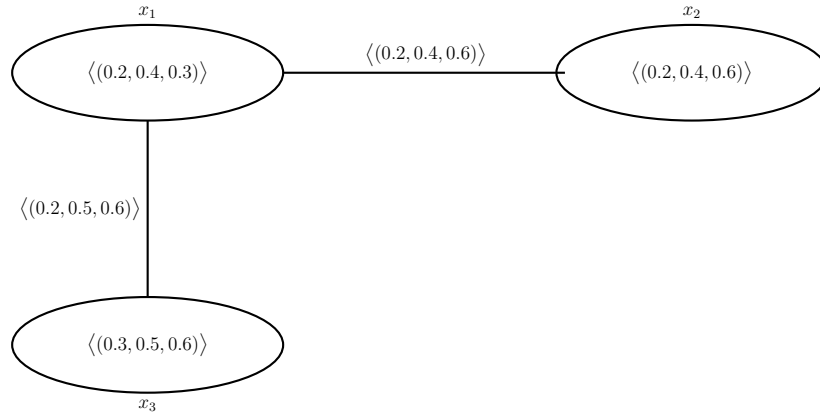
$$I_{\tilde{B}''}(xy) = \min\{I_{\tilde{B}}(xy), I_{\tilde{B}'}(xy)\}$$

$$F_{\tilde{B}''}(xy) = \min\{F_{\tilde{B}}(xy), F_{\tilde{B}'}(xy)\}$$

Örnek 3.2.7 $V = \{x_1, x_2, x_3\}$ ve $E = \{x_1x_3, x_2x_3\}$ olsun. Bir $\tilde{G} = (G^*, \tilde{A}, \tilde{B})$ sezgisel neutrosophic grafi $G^* = (V, E)$ üzerinde aşağıdaki gibi verilsin.

$$\tilde{A} = \{\langle x_1, 0.2, 0.4, 0.3 \rangle, \langle x_2, 0.2, 0.4, 0.6 \rangle, \langle x_3, 0.3, 0.5, 0.6 \rangle\}$$

$$\tilde{B} = \{\langle x_1x_2, 0.2, 0.4, 0.6 \rangle, \langle x_1x_3, 0.2, 0.5, 0.6 \rangle, \langle x_2x_3, 0.0, 1.0, 1.0 \rangle\}$$

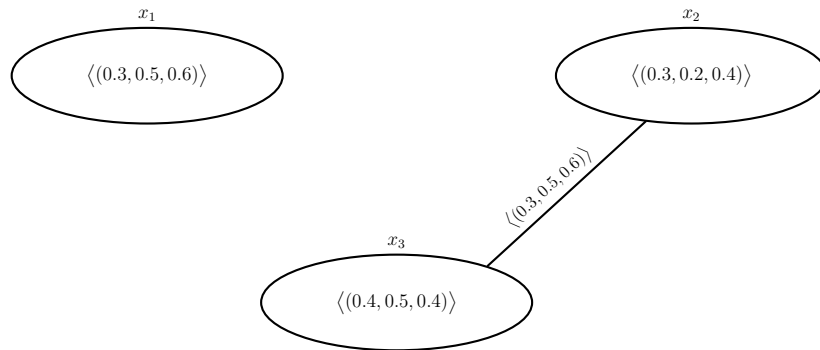


Şekil 3.9: $\tilde{G} = (G^*, \tilde{A}, \tilde{B})$ sezgisel neutrosophic grafi

Öte yandan $G^* = (V, E)$ üzerinde $\tilde{G}' = (G^*, \tilde{A}', \tilde{B}')$ sezgisel neutrosophic grafi aşağıdaki gibi verilsin.

$$\tilde{A}' = \{\langle x_1, 0.3, 0.5, 0.6 \rangle, \langle x_2, 0.3, 0.2, 0.4 \rangle, \langle x_3, 0.4, 0.5, 0.4 \rangle\}$$

$$\tilde{B}' = \{\langle x_1x_2, 0.0, 1.0, 1.0 \rangle, \langle x_1x_3, 0.0, 1.0, 1.0 \rangle, \langle x_2x_3, 0.3, 0.5, 0.6 \rangle\}$$

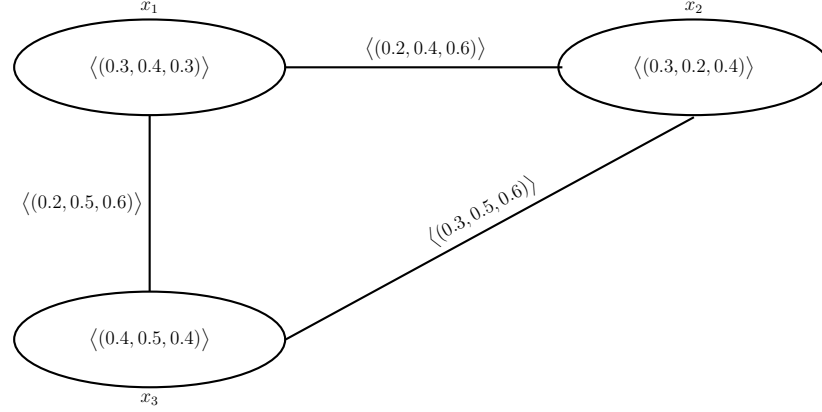


Şekil 3.10: $\tilde{G}' = (G^*, \tilde{A}', \tilde{B}')$ sezgisel neutrosophic grafi

$\tilde{A}'' = \tilde{A}\tilde{U}\tilde{A}'$ ve $\tilde{B}'' = \tilde{B}\tilde{U}\tilde{B}'$ olduğu için Tanım 3.2.6 aracılığıyla $\tilde{G}\tilde{U}\tilde{G}' = (G^*, \tilde{A}'', \tilde{B}'')$ aşağıdaki gibi elde edilir.

$$\tilde{A}'' = \{\langle x_1, 0.3, 0.4, 0.3 \rangle, \langle x_2, 0.3, 0.2, 0.4 \rangle, \langle x_3, 0.4, 0.5, 0.4 \rangle\}$$

$$\tilde{B}'' = \{\langle x_1x_2, 0.4, 0.4, 0.4 \rangle, \langle x_1x_3, 0.4, 0.5, 0.4 \rangle, \langle x_2x_3, 0.4, 0.2, 0.4 \rangle\}$$



Şekil 3.11: $\tilde{G}\tilde{U}\tilde{G}'$ sezgisel neutrosophic grafi

Teorem 3.2.5 $\tilde{G} = (G^*, \tilde{A}, \tilde{B})$ ve $\tilde{G}' = (G^*, \tilde{A}', \tilde{B}')$, $G^* = (V, E)$ da birer sezgisel neutrosophic graf olmak üzere $\tilde{G}\tilde{U}\tilde{G}'$ de $G^* = (V, E)$ üzerinde sezgisel neutrosophic graftır.

İspat. $\tilde{G} = (G^*, \tilde{A}, \tilde{B})$ ve $\tilde{G}' = (G^*, \tilde{A}', \tilde{B}')$ birer sezgisel neutrosophic graf olarak verilsin.

$\tilde{A}'' = \tilde{A}\tilde{U}\tilde{A}'$ V üzerinde ve $\tilde{B}'' = \tilde{B}\tilde{U}\tilde{B}'$ E üzerinde sezgisel neutrosophic kümelerdir.

Ayrıca her $x, y \in V$ için

$$\begin{aligned} T_{\tilde{B}''}(xy) &= \max\{T_{\tilde{B}}(xy), T_{\tilde{B}'}(xy)\} \\ &\leq \max\{\min\{T_{\tilde{A}}(x), T_{\tilde{A}}(y)\}, \min\{T_{\tilde{A}'}(x), T_{\tilde{A}'}(y)\}\} \\ &\leq \min\{\max\{T_{\tilde{A}}(x), T_{\tilde{A}'}(x)\}, \max\{T_{\tilde{A}}(y), T_{\tilde{A}'}(y)\}\} \end{aligned}$$

Buradan $T_{\tilde{B}''}(xy) \leq \min\{T_{\tilde{A}''}(x), T_{\tilde{A}''}(y)\}$ 'dir.

$$\begin{aligned} I_{\tilde{B}''}(xy) &= \min\{I_{\tilde{B}}(xy), I_{\tilde{B}'}(xy)\} \\ &\geq \min\{\max\{I_{\tilde{A}}(x), I_{\tilde{A}}(y)\}, \max\{I_{\tilde{A}'}(x), I_{\tilde{A}'}(y)\}\} \\ &\geq \max\{\min\{I_{\tilde{A}}(x), I_{\tilde{A}'}(x)\}, \min\{I_{\tilde{A}}(y), I_{\tilde{A}'}(y)\}\} \end{aligned}$$

Buradan $I_{\tilde{B}''}(xy) \geq \max\{I_{\tilde{A}''}(x), I_{\tilde{A}''}(y)\}$ 'dir.

$$\begin{aligned}
F_{\tilde{B}''}(xy) &= \min\{F_{\tilde{B}}(xy), F_{\tilde{B}'}(xy)\} \\
&\geq \min\{\max\{F_{\tilde{A}}(x), F_{\tilde{A}}(y)\}, \max\{F_{\tilde{A}'}(x), F_{\tilde{A}'}(y)\}\} \\
&\geq \max\{\min\{F_{\tilde{A}}(x), F_{\tilde{A}'}(x)\}, \min\{F_{\tilde{A}}(y), F_{\tilde{A}'}(y)\}\}
\end{aligned}$$

Buradan $F_{\tilde{B}''}(xy) \geq \max\{F_{\tilde{A}''}(x), F_{\tilde{A}''}(y)\}$ 'dir.

Dolayısıyla $\tilde{G} \tilde{\cap} \tilde{G}'$ $G^* = (V, E)$ basit grafi üzerinde sezgisel neutrosophic graftır.

Tanım 3.2.8 $\tilde{G} = (G^*, \tilde{A}, \tilde{B})$ ve $\tilde{G}' = (G^*, \tilde{A}', \tilde{B}')$, $G^* = (V, E)$ üzerinde birer sezgisel neutrosophic graf olsun. \tilde{G} ve \tilde{G}' nin arakesiti $\tilde{G} \tilde{\cap} \tilde{G}' = (G^*, \tilde{A}'', \tilde{B}'')$ notasyonu ile gösterilir. $\tilde{G} \tilde{\cap} \tilde{G}'$ nün köşe ve kenarlarına ait T , I ve F değerleri aşağıdaki şekilde tanımlanır.

i. Her $x \in V$ için

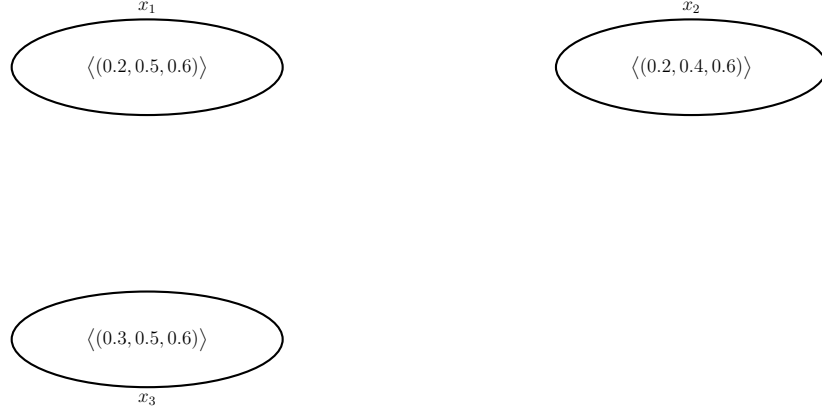
$$\begin{aligned}
T_{\tilde{A}''}(x) &= \min\{T_{\tilde{A}}(x), T_{\tilde{A}'}(x)\} \\
I_{\tilde{A}''}(x) &= \max\{I_{\tilde{A}}(x), I_{\tilde{A}'}(x)\} \\
F_{\tilde{A}''}(x) &= \max\{F_{\tilde{A}}(x), F_{\tilde{A}'}(x)\}
\end{aligned}$$

ii. Her $xy \in E$ için

$$\begin{aligned}
T_{\tilde{B}''}(xy) &= \min\{T_{\tilde{B}}(xy), T_{\tilde{B}'}(xy)\} \\
I_{\tilde{B}''}(xy) &= \max\{I_{\tilde{B}}(xy), I_{\tilde{B}'}(xy)\} \\
F_{\tilde{B}''}(xy) &= \max\{F_{\tilde{B}}(xy), F_{\tilde{B}'}(xy)\}
\end{aligned}$$

Örnek 3.2.8 Örnek 3.2.7 de verilen \tilde{G} ve \tilde{G}' sezgisel neutrosophic graflarını ele alalım. Açıkça $\tilde{A}'' = \tilde{A} \tilde{\cap} \tilde{A}'$ ve $\tilde{B}'' = \tilde{B} \tilde{\cap} \tilde{B}'$ şeklinde olup $\tilde{G} \tilde{\cap} \tilde{G}' = (G^*, \tilde{A}'', \tilde{B}'')$ aşağıdaki gibi elde edilir.

$$\begin{aligned}
\tilde{A}'' &= \{\langle x_1, 0.2, 0.5, 0.6 \rangle, \langle x_2, 0.2, 0.4, 0.6 \rangle, \langle x_3, 0.3, 0.5, 0.6 \rangle\} \\
\tilde{B}'' &= \{\langle x_1x_2, 0.0, 1.0, 1.0 \rangle, \langle x_1x_3, 0.0, 1.0, 1.0 \rangle, \langle x_2x_3, 0.0, 1.0, 1.0 \rangle\}
\end{aligned}$$



Şekil 3.12: $\tilde{G} \tilde{\cap} \tilde{G}'$ sezgisel neutrosophic grafi

Teorem 3.2.6 $\tilde{G} = (G^*, \tilde{A}, \tilde{B})$ ve $\tilde{G}' = (G^*, \tilde{A}', \tilde{B}')$ $G^* = (V, E)$ üzerinde birer sezgisel neutrosophic graf olsun. Bu taktirde $\tilde{G} \tilde{\cap} \tilde{G}'$ arakesiti de $G^* = (V, E)$ de sezgisel neutrosophic graftır.

İspat. $\tilde{G} = (G^*, \tilde{A}, \tilde{B})$ ve $\tilde{G}' = (G^*, \tilde{A}', \tilde{B}')$ $G^* = (V, E)$ üzerinde sezgisel neutrosophic graf olarak verilsin.

Açıkça $\tilde{A}'' = \tilde{A} \tilde{\cap} \tilde{A}'$ V üzerinde ve $\tilde{B}'' = \tilde{B} \tilde{\cap} \tilde{B}'$ E üzerinde sezgisel neutrosophic kümelerdir. Ayrıca her $x, y \in V$ için

$$\begin{aligned} T_{\tilde{B}''}(xy) &= \min\{T_{\tilde{B}}(xy), T_{\tilde{B}'}(xy)\} \\ &\leq \min\{\min\{T_{\tilde{A}}(x), T_{\tilde{A}}(y)\}, \min\{T_{\tilde{A}'}(x), T_{\tilde{A}'}(y)\}\} \\ &= \min\{\min\{T_{\tilde{A}}(x), T_{\tilde{A}'}(x)\}, \min\{T_{\tilde{A}}(y), T_{\tilde{A}'}(y)\}\} \end{aligned}$$

Buradan $T_{\tilde{B}''}(xy) \leq \min\{T_{\tilde{A}''}(x), T_{\tilde{A}''}(y)\}$ 'dir.

$$\begin{aligned} I_{\tilde{B}''}(xy) &= \max\{I_{\tilde{B}}(xy), I_{\tilde{B}'}(xy)\} \\ &\geq \max\{\max\{I_{\tilde{A}}(x), I_{\tilde{A}}(y)\}, \max\{I_{\tilde{A}'}(x), I_{\tilde{A}'}(y)\}\} \\ &= \max\{\max\{I_{\tilde{A}}(x), I_{\tilde{A}'}(x)\}, \max\{I_{\tilde{A}}(y), I_{\tilde{A}'}(y)\}\} \end{aligned}$$

Buradan $I_{\tilde{B}''}(xy) \geq \max\{I_{\tilde{A}''}(x), I_{\tilde{A}''}(y)\}$ 'dir.

$$\begin{aligned} F_{\tilde{B}''}(xy) &= \max\{F_{\tilde{B}}(xy), F_{\tilde{B}'}(xy)\} \\ &\geq \max\{\max\{F_{\tilde{A}}(x), F_{\tilde{A}}(y)\}, \max\{F_{\tilde{A}'}(x), F_{\tilde{A}'}(y)\}\} \\ &\geq \max\{\max\{F_{\tilde{A}}(x), F_{\tilde{A}'}(x)\}, \max\{F_{\tilde{A}}(y), F_{\tilde{A}'}(y)\}\} \end{aligned}$$

Buradan $F_{\tilde{B}''}(xy) \geq \max\{F_{\tilde{A}''}(x), F_{\tilde{A}''}(y)\}$ 'dir.

Dolayısıyla $\tilde{G} \tilde{\cap} \tilde{G}'$, $G^* = (V, E)$ da sezgisel neutrosophic graftır.

4. SEZGİSEL NEUTROSOPHIC ESNEK GRAFLAR

4.1 Sezgisel Neutrosophic Esnek Kümeler

Tanım 4.1.1 X bir evren ve E parametre kümesi olsun. $S\mathcal{N}(X)$, X üzerindeki tüm sezgisel neutrosophic kümelerin ailesi olsun. X üzerinde $\omega : E \rightarrow S\mathcal{N}(X)$ dönüşümü ile tanımlanan (ω, E) ikilisine bir sezgisel neutrosophic esnek küme denir ve $(\omega, E) = \{(e, \omega(e)) : e \in E\}$ şeklinde gösterilir. X üzerindeki bütün sezgisel neutrosophic esnek kümelerin ailesi $S\mathcal{N}_E(X)$ notasyonu ile gösterilir.

Açıkça sezgisel neutrosophic esnek kümeler sezgisel neutrosophic kümelerin parametrelendirilmiş bir ailesidir.

Örnek 4.1.1 $X = \{x_1, x_2, x_3, x_4\}$ dört farklı gömlekten oluşan bir küme ve $E = \{e_1(\text{kumaş kalitesi}), e_2(\text{fiyat}), e_3(\text{renk})\}$ gömleklerin özelliklerini niteleyen parametrelerin bir kümesi olsun. Bir (ω, E) sezgisel neutrosophic esnek kümesi aşağıdaki gibi oluşturulabilir.

$$\begin{aligned}
 (\omega, E) = \{ & (e_1, \{ \langle x_1, 0.4, 0.5, 0.2 \rangle, \langle x_2, 0.3, 0.6, 0.1 \rangle, \langle x_3, 0.5, 0.1, 0.2 \rangle, \\
 & \langle x_4, 0.6, 0.5, 0.1 \rangle \}), \\
 & (e_2, \{ \langle x_1, 0.5, 0.2, 0.4 \rangle, \langle x_2, 0.5, 0.3, 0.2 \rangle, \langle x_3, 0.7, 0.5, 0.1 \rangle, \\
 & \langle x_4, 0.6, 0.5, 0.2 \rangle \}), \\
 & (e_3, \{ \langle x_1, 0.5, 0.3, 0.2 \rangle, \langle x_2, 0.5, 0.0, 0.1 \rangle, \langle x_3, 0.6, 0.5, 0.4 \rangle, \\
 & \langle x_4, 0.5, 0.1, 0.5 \rangle \}) \}
 \end{aligned}$$

Çizelge 4.1: (ω, E) sezgisel neutrosophic esnek kümesi

X	$e_1(\text{kumaş kalitesi})$	$e_2(\text{fiyat})$	$e_3(\text{renk})$
x_1	(0.4,0.5,0.2)	(0.5,0.2,0.4)	(0.5,0.3,0.2)
x_2	(0.3,0.6,0.1)	(0.5,0.3,0.2)	(0.5,0.0,0.1)
x_3	(0.5,0.1,0.2)	(0.7,0.5,0.1)	(0.6,0.5,0.4)
x_4	(0.6,0.5,0.1)	(0.6,0.5,0.2)	(0.5,0.1,0.5)

Tanım 4.1.2 $(\omega, E_1), (\Psi, E_2) \in S\mathcal{N}_E(X)$ olsun. Eğer $E_1 \subseteq E_2$ ve her $e \in E_1$ için $\omega(e) \tilde{\subseteq} \Psi(e)$ koşulları sağlanırsa (ω, E_1) e (Ψ, E_2) nin sezgisel neutrosophic esnek alt kümesi denir. Bu durum $(\omega, E_1) \hat{\subseteq} (\Psi, E_2)$ şeklinde gösterilir.

Örnek 4.1.2 $X = \{x_1, x_2, x_3, x_4\}$ dört farklı damacana su şirketinden oluşan bir küme, $E_1 = \{e_1(\text{ph dengesi}), e_2(\text{fiyat uygunluğu}), e_3(\text{hızlı servis})\}$ ve $E_2 = \{e_1(\text{ph dengesi}), e_2(\text{fiyat uygunluğu}), e_3(\text{hızlı servis}), e_4(\text{soğuk teslim})\}$ parametre kümeleri ile birlikte (ω, E_1) ve (Ψ, E_2) sezgisel neutrosophic esnek kümeleri aşağıdaki gibi verilsin.

Çizelge 4.2: (ω, E_1) sezgisel neutrosophic esnek kümesi

X	$e_1(\text{ph dengesi})$	$e_2(\text{fiyat uygunluğu})$	$e_3(\text{hızlı servis})$
x_1	(0.3,0.4,0.5)	(0.2,0.2,0.6)	(0.3,0.7,0.4)
x_2	(0.2,0.5,0.4)	(0.3,0.7,0.4)	(0.5,0.2,0.3)
x_3	(0.5,0.3,0.4)	(0.2,0.2,0.5)	(0.3,0.4,0.7)
x_4	(0.4,0.0,0.5)	(0.0,0.5,0.6)	(0.2,0.5,0.7)

Çizelge 4.3: (Ψ, E_2) sezgisel neutrosophic esnek kümesi

X	$e_1(\text{ph dengesi})$	$e_2(\text{fiyat uygunluğu})$	$e_3(\text{hızlı servis})$	$e_4(\text{soğuk teslim})$
x_1	(0.5,0.3,0.2)	(0.6,0.1,0.4)	(0.4,0.6,0.3)	(0.0,0.7,0.3)
x_2	(0.6,0.4,0.1)	(0.3,0.6,0.2)	(0.6,0.2,0.1)	(0.4,0.6,0.2)
x_3	(0.5,0.2,0.3)	(0.6,0.1,0.3)	(0.5,0.3,0.2)	(0.1,0.8,0.3)
x_4	(0.7,0.0,0.3)	(0.2,0.5,0.3)	(0.3,0.4,0.6)	(0.3,0.3,0.4)

Açıkça $(\omega, E_1) \hat{\subseteq} (\Psi, E_2)$ dir.

Tanım 4.1.3 $(\omega, E_1), (\Psi, E_2) \in S\mathfrak{N}_E(X)$ olsun. Eğer $(\omega, E_1) \hat{\subseteq} (\Psi, E_2)$ ve $(\Psi, E_2) \hat{\subseteq} (\omega, E_1)$ ise $(\omega, E_1), (\Psi, E_2)$ ye eşittir denir.

Tanım 4.1.4 (ω, E) bir sezgisel neutrosophic esnek kümesi olsun. (ω, E) nin tümleyeni $(\omega, E)^t = (\omega^t, E)$ notasyonu ile verilir ve her $e \in E$ için aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$T_{\omega^t(x)} = F_{\omega(x)}, I_{\omega^t(x)} = 1 - I_{\omega(x)}, F_{\omega^t(x)} = T_{\omega(x)}$$

Örnek 4.1.3 (ω, E) sezgisel neutrosophic esnek kümesi aşağıdaki şekilde verilsin.

Çizelge 4.4: (ω, E) sezgisel neutrosophic esnek kümesi

X	e_1	e_2	e_3
x_1	(0.4,0.5,0.2)	(0.5,0.2,0.4)	(0.5,0.3,0.2)
x_2	(0.3,0.6,0.1)	(0.5,0.3,0.2)	(0.5,0.0,0.1)
x_3	(0.5,0.1,0.2)	(0.7,0.5,0.1)	(0.6,0.5,0.4)
x_4	(0.6,0.5,0.1)	(0.6,0.5,0.2)	(0.5,0.1,0.5)

$(\omega, E)^t$ sezgisel neutrosophic esnek kümesi aşağıdaki gibi elde edilir.

Çizelge 4.5: $(\omega, E)^t$ sezgisel neutrosophic esnek kümesi

X	e_1	e_2	e_3
x_1	(0.2,0.5,0.4)	(0.4,0.8,0.5)	(0.2,0.7,0.5)
x_2	(0.1,0.4,0.3)	(0.2,0.7,0.5)	(0.1,1.0,0.5)
x_3	(0.2,0.9,0.5)	(0.1,0.5,0.7)	(0.4,0.5,0.6)
x_4	(0.1,0.5,0.6)	(0.2,0.5,0.6)	(0.5,0.9,0.5)

Tanım 4.1.5 $(\omega, E) \in S\mathcal{N}_E(X)$ olsun.

- i. Her $e \in E$ için $\omega(e) = \tilde{\emptyset}$ ise (ω, E) kümesine boş sezgisel neutrosophic esnek küme denir ve $(\omega_{\tilde{\emptyset}}, E)$ şeklinde gösterilir.
- ii. Her $e \in E$ için $\omega(e) = \tilde{\Omega}$ ise (ω, E) kümesine tam sezgisel neutrosophic esnek küme denir ve $(\omega_{\tilde{\Omega}}, E)$ şeklinde gösterilir.

Tanım 4.1.6 $(\omega, E_1), (\Psi, E_2) \in S\mathcal{N}_E(X)$ olsun. (ω, E_1) ile (Ψ, E_2) sezgisel neutrosophic esnek kümelerinin genişletilmiş arakesiti $(\varphi, E) = (\omega, E_1) \hat{\wedge} (\Psi, E_2)$ şeklinde gösterilir. $E = E_1 \cup E_2$ olacak şekilde her $e \in E$ için (φ, E) nin T , I ve F değerleri aşağıda verildiği gibi ifade edilir.

$$T_{\varphi(e)}(x) = \begin{cases} T_{\omega(e)}(x) & \text{eğer } e \in E_1 \setminus E_2 \\ T_{\Psi(e)}(x) & \text{eğer } e \in E_2 \setminus E_1 \\ \min\{T_{\omega(e)}(x), T_{\Psi(e)}(x)\} & \text{eğer } e \in E_1 \cap E_2 \end{cases}$$

$$I_{\varphi(e)}(x) = \begin{cases} I_{\omega(e)}(x) & \text{eğer } e \in E_1 \setminus E_2 \\ I_{\Psi(e)}(x) & \text{eğer } e \in E_2 \setminus E_1 \\ \min\{I_{\omega(e)}(x), I_{\Psi(e)}(x)\} & \text{eğer } e \in E_1 \cap E_2 \end{cases}$$

$$F_{\varphi(e)}(x) = \begin{cases} F_{\omega(e)}(x) & \text{eğer } e \in E_1 \setminus E_2 \\ F_{\Psi(e)}(x) & \text{eğer } e \in E_2 \setminus E_1 \\ \max\{F_{\omega(e)}(x), F_{\Psi(e)}(x)\} & \text{eğer } e \in E_1 \cap E_2 \end{cases}$$

Örnek 4.1.4 $X = \{x_1, x_2, x_3, x_4\}$ dört farklı otomobilden oluşan bir küme, E parametre kümesi ve $E_1 = \{e_1(\text{marka}), e_2(\text{fiyat}), e_3(\text{düşük kilometre})\}$ otomobillerin özelliklerini niteleyen parametrelerin bir kümesi olsun. (ω, E_1) sezgisel neutrosophic esnek kümesi

aşağıdaki gibi oluşturulabilir.

$$\begin{aligned}
(\omega, E_1) = & \{ (e_1, \{ \langle x_1, 0.5, 0.6, 0.3 \rangle, \langle x_2, 0.4, 0.7, 0.2 \rangle, \langle x_3, 0.6, 0.2, 0.3 \rangle, \\
& \langle x_4, 0.7, 0.3, 0.2 \rangle \}), \\
& (e_2, \{ \langle x_1, 0.6, 0.3, 0.5 \rangle, \langle x_2, 0.7, 0.4, 0.3 \rangle, \langle x_3, 0.8, 0.1, 0.2 \rangle, \\
& \langle x_4, 0.7, 0.3, 0.3 \rangle \}), \\
& (e_3, \{ \langle x_1, 0.7, 0.4, 0.3 \rangle, \langle x_2, 0.6, 0.1, 0.2 \rangle, \langle x_3, 0.7, 0.2, 0.5 \rangle, \\
& \langle x_4, 0.6, 0.2, 0.5 \rangle \}) \}
\end{aligned}$$

Çizelge 4.6: (ω, E_1) sezgisel neutrosophic esnek kümesi

X	e_1 (marka)	e_2 (fiyat)	e_3 (düşük kilometre)
x_1	(0.5,0.6,0.3)	(0.6,0.3,0.5)	(0.7,0.4,0.3)
x_2	(0.4,0.7,0.2)	(0.7,0.4,0.3)	(0.6,0.1,0.2)
x_3	(0.6,0.2,0.3)	(0.8,0.1,0.2)	(0.7,0.2,0.5)
x_4	(0.7,0.3,0.2)	(0.7,0.3,0.3)	(0.6,0.2,0.5)

Aynı X kümesi üzerinde $E_2 = \{e_1(\text{marka}), e_2(\text{fiyat}), e_3(\text{düşük kilometre}), e_4(\text{hasarsızlık})\}$ parametreleri için (Ψ, E_2) sezgisel neutrosophic esnek kümesi aşağıdaki gibi oluşturulabilir.

$$\begin{aligned}
(\Psi, E_2) = & \{ (e_1, \{ \langle x_1, 0.6, 0.4, 0.3 \rangle, \langle x_2, 0.7, 0.5, 0.2 \rangle, \langle x_3, 0.6, 0.3, 0.4 \rangle, \\
& \langle x_4, 0.8, 0.1, 0.4 \rangle \}), \\
& (e_2, \{ \langle x_1, 0.7, 0.2, 0.5 \rangle, \langle x_2, 0.4, 0.7, 0.3 \rangle, \langle x_3, 0.7, 0.2, 0.4 \rangle, \\
& \langle x_4, 0.3, 0.6, 0.4 \rangle \}), \\
& (e_3, \{ \langle x_1, 0.5, 0.6, 0.4 \rangle, \langle x_2, 0.7, 0.3, 0.2 \rangle, \langle x_3, 0.6, 0.4, 0.3 \rangle, \\
& \langle x_4, 0.4, 0.5, 0.7 \rangle \}), \\
& (e_4, \{ \langle x_1, 0.1, 0.8, 0.4 \rangle, \langle x_2, 0.5, 0.7, 0.3 \rangle, \langle x_3, 0.2, 0.9, 0.4 \rangle, \\
& \langle x_4, 0.4, 0.4, 0.5 \rangle \}) \}
\end{aligned}$$

Çizelge 4.7: (Ψ, E_2) sezgisel neutrosophic esnek kümesi

X	e_1 (marka)	e_2 (fiyat)	e_3 (düşük kilometre)	e_4 (hasarsızlık)
x_1	(0.6,0.4,0.3)	(0.7,0.2,0.5)	(0.5,0.6,0.4)	(0.1,0.8,0.4)
x_2	(0.7,0.5,0.2)	(0.4,0.7,0.3)	(0.7,0.3,0.2)	(0.5,0.7,0.3)
x_3	(0.6,0.3,0.4)	(0.7,0.2,0.4)	(0.6,0.4,0.3)	(0.2,0.9,0.4)
x_4	(0.8,0.1,0.4)	(0.3,0.6,0.4)	(0.4,0.5,0.7)	(0.4,0.4,0.5)

$(\omega, E_1) \hat{\cap} (\Psi, E_2)$ kümesi aşağıdaki gibi elde edilir.

Çizelge 4.8: $(\omega, E_1) \hat{\cap} (\Psi, E_2)$ sezgisel neutrosophic esnek kümesi

X	e_1 (marka)	e_2 (fiyat)	e_3 (düşük kilometre)	e_4 (hasarsızlık)
x_1	(0.5,0.4,0.3)	(0.6,0.2,0.5)	(0.5,0.4,0.4)	(0.1,0.8,0.4)
x_2	(0.4,0.5,0.2)	(0.4,0.4,0.3)	(0.6,0.1,0.2)	(0.5,0.7,0.3)
x_3	(0.6,0.2,0.4)	(0.7,0.1,0.4)	(0.6,0.2,0.5)	(0.2,0.9,0.4)
x_4	(0.7,0.1,0.4)	(0.3,0.3,0.4)	(0.4,0.2,0.7)	(0.4,0.4,0.5)

Tanım 4.1.7 $(\omega, E_1), (\Psi, E_2) \in S\mathcal{N}_E(X)$ olsun. (ω, E_1) ile (Ψ, E_2) sezgisel neutrosophic esnek kümelerinin daraltılmış arakesiti $(\varphi, E) = (\omega, E_1) \hat{\cap} (\Psi, E_2)$ şeklinde gösterilir ve $E = E_1 \cup E_2$ olmak üzere her $e \in E$ için (φ, E) nin T, I ve F üyelik değerleri aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$T_{\varphi(e)}(x) = \min\{T_{\omega(e)}(x), T_{\Psi(e)}(x)\}$$

$$I_{\varphi(e)}(x) = \min\{I_{\omega(e)}(x), I_{\Psi(e)}(x)\}$$

$$F_{\varphi(e)}(x) = \max\{F_{\omega(e)}(x), F_{\Psi(e)}(x)\}$$

Örnek 4.1.5 (ω, E_1) ve (Ψ, E_2) sezgisel neutrosophic esnek kümeleri aşağıdaki gibi verilsin.

Çizelge 4.9: (ω, E_1) sezgisel neutrosophic esnek kümesi

X	e_1 (marka)	e_2 (fiyat)	e_3 (düşük kilometre)
x_1	(0.5,0.6,0.3)	(0.6,0.3,0.5)	(0.7,0.4,0.3)
x_2	(0.4,0.7,0.2)	(0.7,0.4,0.3)	(0.6,0.1,0.2)
x_3	(0.6,0.2,0.3)	(0.8,0.1,0.2)	(0.7,0.2,0.5)
x_4	(0.7,0.3,0.2)	(0.7,0.3,0.3)	(0.6,0.2,0.5)

Çizelge 4.10: (Ψ, E_2) sezgisel neutrosophic esnek kümesi

X	e_1 (marka)	e_2 (fiyat)	e_3 (düşük kilometre)	e_4 (hasarsızlık)
x_1	(0.6,0.4,0.3)	(0.7,0.2,0.5)	(0.5,0.6,0.4)	(0.1,0.8,0.4)
x_2	(0.7,0.5,0.2)	(0.4,0.7,0.3)	(0.7,0.3,0.2)	(0.5,0.7,0.3)
x_3	(0.6,0.3,0.4)	(0.7,0.2,0.4)	(0.6,0.4,0.3)	(0.2,0.9,0.4)
x_4	(0.8,0.1,0.4)	(0.3,0.6,0.4)	(0.4,0.5,0.7)	(0.4,0.4,0.5)

Tanım 4.1.7 ile $(\omega, E_1) \hat{\cap} (\Psi, E_2)$ aşağıdaki gibi elde edilir.

Çizelge 4.11: $(\omega, E_1) \hat{\cap} (\Psi, E_2)$ sezgisel neutrosophic esnek kümesi

X	e_1 (marka)	e_2 (fiyat)	e_3 (düşük kilometre)
x_1	(0.5,0.4,0.3)	(0.6,0.2,0.5)	(0.5,0.4,0.4)
x_2	(0.4,0.5,0.2)	(0.4,0.4,0.3)	(0.6,0.1,0.2)
x_3	(0.6,0.2,0.4)	(0.7,0.1,0.4)	(0.6,0.2,0.5)
x_4	(0.7,0.1,0.4)	(0.3,0.3,0.4)	(0.4,0.2,0.7)

Önerme 4.1.1 $(\omega, E_1), (\Psi, E_2), (\varphi, E_3) \in S\mathfrak{N}_E(X)$ olsun. Bu takdirde aşağıdakiler sağlanır.

- i. $(\omega, E_1) \hat{\cap} (\omega, E_1) = (\omega, E_1), \quad (\omega, E_1) \hat{\cap} (\omega, E_1) = (\omega, E_1)$
- ii. $(\omega, E_1) \hat{\cap} (\omega_{\hat{\theta}}, E_1) = (\omega_{\hat{\theta}}, E_1), \quad (\omega, E_1) \hat{\cap} (\omega_{\hat{\theta}}, E_1) = (\omega_{\hat{\theta}}, E_1)$
- iii. $(\omega, E_1) \hat{\cap} (\Psi, E_2) = (\Psi, E_2) \hat{\cap} (\omega, E_1), \quad (\omega, E_1) \hat{\cap} (\Psi, E_2) = (\Psi, E_2) \hat{\cap} (\omega, E_1)$
- iv. $((\omega, E_1) \hat{\cap} (\Psi, E_2)) \hat{\cap} (\varphi, E_3) = (\omega, E_1) \hat{\cap} ((\Psi, E_2) \hat{\cap} (\varphi, E_3)),$
 $((\omega, E_1) \hat{\cap} (\Psi, E_2)) \hat{\cap} (\varphi, E_3) = (\omega, E_1) \hat{\cap} ((\Psi, E_2) \hat{\cap} (\varphi, E_3))$

İspat.

- i. $(\omega, E_1) \in S\mathfrak{N}_E(X)$ olsun. Açıkça her $e \in E_1$ için $(\omega, E_1) = \{\langle x, T_{\omega(e)}(x), I_{\omega(e)}(x), F_{\omega(e)}(x) \rangle : x \in X\}$ şeklindedir. Üstelik

$$\begin{aligned} (\omega, E_1) \hat{\cap} (\omega, E_1) &= \{\langle x, \min\{T_{\omega(e)}(x)\}, \min\{I_{\omega(e)}(x)\}, \max\{F_{\omega(e)}(x)\} \rangle : x \in X\} \\ &= \{\langle x, T_{\omega(e)}(x), I_{\omega(e)}(x), F_{\omega(e)}(x) \rangle : x \in X\} = (\omega, E_1) \end{aligned}$$

$(\omega, E_1) \hat{\cap} (\omega, E_1) = (\omega, E_1)$ eşitliği de benzer şekilde ispatlanabilir.

- ii. Açıkça her $e \in E_1$ ve her $x \in X$ için $(\omega_{\hat{\theta}}, E_1) = \{\langle m, 0, 1, 1 \rangle : m \in X\}$ şeklindedir.

Üstelik

$$\begin{aligned} (\omega, E_1) \hat{\cap} (\omega_{\hat{\theta}}, E_1) &= \{\langle x, \min\{T_{\omega(e)}(x), 0\}, \min\{I_{\omega(e)}(m), 1\}, \max\{F_{\omega(e)}(m), 1\} \rangle : m \in X\} \\ &= \{\langle m, 0, 1, 1 \rangle : x \in X\} = (\omega_{\hat{\theta}}, E_1) \end{aligned}$$

$(\omega, E_1) \hat{\cap} (\omega_{\hat{\theta}}, E_1) = (\omega_{\hat{\theta}}, E_1)$ eşitliği de benzer şekilde gösterilir.

iii. $(\omega, E_1) \hat{\cap} (\Psi, E_2) = (\varphi, E)$ ve $(\omega, E_2) \hat{\cap} (\omega, E_1) = (\xi, E)$ olsun.

Burada $E = E_1 \cup E_2$ dir. Şimdi $e \in E$ olsun.

Eğer $e \in E_1 \setminus E_2$ ise $(\varphi, E) = (\omega, E_1) = (\xi, E)$ 'dir.

Eğer $e \in E_2 \setminus E_1$ ise $(\varphi, E) = (\Psi, E_2) = (\xi, E)$ 'dir.

Eğer $e \in E_1 \cap E_2$ ise

$$\begin{aligned} (\varphi, E) &= \{ \langle x, \min\{T_{\omega(e)}(x), \min\{I_{\omega(e)}(x), \max\{F_{\omega(e)}(x)\}\} : x \in X \rangle \\ &= \{ \langle x, \min\{T_{\Psi(e)}(x), \min\{I_{\Psi(e)}(x), \max\{F_{\Psi(e)}(x)\}\} : x \in X \rangle \\ &= (\xi, E) \end{aligned}$$

$(\omega, E_1) \hat{\cap} (\Psi, E_2) = (\Psi, E_2) \hat{\cap} (\omega, E_1)$ eşitliği de benzer şekilde gösterilebilir.

iv. $((\omega, E_1) \hat{\cap} (\Psi, E_2)) \hat{\cap} (\varphi, E_3) = (\vartheta, E)$ ve

$(\omega, E_1) \hat{\cap} ((\Psi, E_2) \hat{\cap} (\varphi, E_3)) = (\varpi, E')$ olsun.

Açıkça $E = (E_1 \cup E_2) \cup E_3 = E_1 \cup (E_2 \cup E_3) = E'$ olduğundan $E = E'$ dür.

$e \in E = (E_1 \cup E_2) \cup E_3$ ise $e \in (E_1 \cup E_2) \setminus E_3$, $e \in E_3 \setminus (E_1 \cup E_2)$ veya $e \in E = (E_1 \cup E_2) \cap E_3$ olmak üzere üç durum mevcuttur.

$e \in (E_1 \cup E_2) \setminus E_3$ olsun. O halde $e \in (E_1 \setminus E_2) \setminus E_3$, $e \in (E_2 \setminus E_1) \setminus E_3$ veya $e \in (E_1 \cap E_2) \setminus E_3$ dür.

Eğer $e \in (E_1 \setminus E_2) \setminus E_3$ ise $\vartheta_{(e)} = \omega_{(e)} = \varpi_{(e)}$ olup $(\vartheta, E) = (\varpi, E')$ dür.

Eğer $e \in (E_2 \setminus E_1) \setminus E_3$ ise $\vartheta_{(e)} = \Psi_{(e)} = \varpi_{(e)}$ olup $(\vartheta, E) = (\varpi, E')$ dür.

Eğer $e \in (E_1 \cap E_2) \setminus E_3$ ise $\vartheta_{(e)} = \omega_{(e)} \tilde{\cap} \Psi_{(e)} = \varpi_{(e)}$ olup $(\vartheta, E) = (\varpi, E')$ dür.

$e \in E_3 \setminus (E_1 \cup E_2)$ olsun. O halde $e \in E_3 \setminus (E_1 \setminus E_2)$, $e \in E_3 \setminus (E_2 \setminus E_1)$ veya $e \in E_3 \setminus (E_1 \cap E_2)$ dir.

Eğer $e \in E_3 \setminus (E_1 \setminus E_2)$ ise $\vartheta_{(e)} = \varphi_{(e)} = \varpi_{(e)}$ olup $(\vartheta, E) = (\varpi, E')$ dür.

Eğer $e \in E_3 \setminus (E_2 \setminus E_1)$ ise $\vartheta_{(e)} = \varphi_{(e)} = \varpi_{(e)}$ olup $(\vartheta, E) = (\varpi, E')$ dür.

Eğer $e \in E_3 \setminus (E_1 \cap E_2)$ ise $\vartheta_{(e)} = \varphi_{(e)} = \varpi_{(e)}$ olup $(\vartheta, E) = (\varpi, E')$ dür.

$e \in E = (E_1 \cup E_2) \cap E_3$ olsun. O halde $e \in (E_1 \setminus E_2) \cap E_3$, $e \in (E_2 \setminus E_1) \cap E_3$ veya $e \in (E_1 \cap E_2) \cap E_3$ dür.

Eğer $e \in (E_1 \setminus E_2) \cap E_3$ ise $\vartheta_{(e)} = \omega_{(e)} \tilde{\cap} \varphi_{(e)} = \varpi_{(e)}$ olup $(\vartheta, E) = (\varpi, E')$ dür.

Eğer $e \in (E_2 \setminus E_1) \cap E_3$ ise $\vartheta_{(e)} = \omega_{(e)} \tilde{\cap} \varphi_{(e)} = \varpi_{(e)}$ olup $(\vartheta, E) = (\varpi, E')$ dür.

Eğer $e \in (E_1 \cap E_2) \cap E_3$ ise

$$\vartheta_{(e)} = (\omega_{(e)} \tilde{\cap} \Psi_{(e)}) \tilde{\cap} \varphi_{(e)} = \omega_{(e)} \tilde{\cap} (\Psi_{(e)} \tilde{\cap} \varphi_{(e)}) = \varpi_{(e)}$$

Açıkça her bir durum için $(\vartheta, E) = (\varpi, E')$ dür.

Sonuç olarak $((\omega, E_1) \hat{\cap} (\Psi, E_2)) \hat{\cap} (\varphi, E_3) = (\omega, E_1) \hat{\cap} ((\Psi, E_2) \hat{\cap} (\varphi, E_3))$ elde edilir.

Benzer şekilde $((\omega, E_1) \hat{\cap} (\Psi, E_2)) \hat{\cap} (\varphi, E_3) = (\omega, E_1) \hat{\cap} ((\Psi, E_2) \hat{\cap} (\varphi, E_3))$ durumu da gösterilebilir.

Tanım 4.1.8 $(\omega, E_1), (\Psi, E_2) \in S\mathfrak{N}_E(X)$ olsun. (ω, E_1) ile (Ψ, E_2) sezgisel neutrosophic esnek kümelerinin genişletilmiş birleşimi $(\varphi, E) = (\omega, E_1) \hat{\cup} (\Psi, E_2)$ şeklinde gösterilir. Burada $E = E_1 \cup E_2$ olmak üzere her $e \in E$ için (φ, E) nin T, I ve F üyelik değerleri aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$T_{\varphi_{(e)}}(x) = \begin{cases} T_{\omega_{(e)}}(x) & \text{eğer } e \in E_1 \setminus E_2 \\ T_{\Psi_{(e)}}(x) & \text{eğer } e \in E_2 \setminus E_1 \\ \max\{T_{\omega}(x), T_{\Psi}(x)\} & \text{eğer } e \in E_1 \cap E_2 \end{cases}$$

$$I_{\varphi_{(e)}}(x) = \begin{cases} I_{\omega_{(e)}}(x) & \text{eğer } e \in E_1 \setminus E_2 \\ I_{\Psi_{(e)}}(x) & \text{eğer } e \in E_2 \setminus E_1 \\ \min\{I_{\omega}(x), I_{\Psi}(x)\} & \text{eğer } e \in E_1 \cap E_2 \end{cases}$$

$$F_{\varphi_{(e)}}(x) = \begin{cases} F_{\omega_{(e)}}(x) & \text{eğer } e \in E_1 \setminus E_2 \\ F_{\Psi_{(e)}}(x) & \text{eğer } e \in E_2 \setminus E_1 \\ \min\{F_{\omega_{(e)}}(x), F_{\Psi_{(e)}}(x)\} & \text{eğer } e \in E_1 \cap E_2 \end{cases}$$

Örnek 4.1.6 (ω, E_1) ve (Ψ, E_2) sezgisel neutrosophic esnek kümeleri aşağıdaki gibi verilsin.

Çizelge 4.12: (ω, E_1) sezgisel neutrosophic esnek kümesi

X	e_1 (marka)	e_2 (fiyat)	e_3 (düşük kilometre)
x_1	(0.5,0.6,0.3)	(0.6,0.3,0.5)	(0.7,0.4,0.3)
x_2	(0.4,0.7,0.2)	(0.7,0.4,0.3)	(0.6,0.1,0.2)
x_3	(0.6,0.2,0.3)	(0.8,0.1,0.2)	(0.7,0.2,0.5)
x_4	(0.7,0.3,0.2)	(0.7,0.3,0.3)	(0.6,0.2,0.5)

Çizelge 4.13: (Ψ, E_2) sezgisel neutrosophic esnek kümesi

X	e_1 (marka)	e_2 (fiyat)	e_3 (düşük kilometre)	e_4 (hasarsızlık)
x_1	(0.6,0.4,0.3)	(0.7,0.2,0.5)	(0.5,0.6,0.4)	(0.1,0.8,0.4)
x_2	(0.7,0.5,0.2)	(0.4,0.7,0.3)	(0.7,0.3,0.2)	(0.5,0.7,0.3)
x_3	(0.6,0.3,0.4)	(0.7,0.2,0.4)	(0.6,0.4,0.3)	(0.2,0.9,0.4)
x_4	(0.8,0.1,0.4)	(0.3,0.6,0.4)	(0.4,0.5,0.7)	(0.4,0.4,0.5)

Tanım 4.1.8 ile $(\omega, E_1)\hat{\cup}(\Psi, E_2)$ aşağıdaki gibi elde edilir.

Çizelge 4.14: $(\omega, E_1)\hat{\cup}(\Psi, E_2)$ sezgisel neutrosophic esnek kümesi

X	e_1 (marka)	e_2 (fiyat)	e_3 (düşük kilometre)	e_4 (hasarsızlık)
x_1	(0.6,0.4,0.3)	(0.7,0.2,0.5)	(0.7,0.4,0.3)	(0.1,0.8,0.4)
x_2	(0.7,0.5,0.2)	(0.7,0.4,0.3)	(0.7,0.1,0.2)	(0.5,0.7,0.3)
x_3	(0.6,0.2,0.3)	(0.8,0.1,0.2)	(0.7,0.2,0.3)	(0.2,0.9,0.4)
x_4	(0.8,0.1,0.2)	(0.7,0.3,0.3)	(0.6,0.2,0.5)	(0.4,0.4,0.5)

Tanım 4.1.9 $(\omega, E_1), (\Psi, E_2) \in S\mathfrak{N}_E(X)$ olsun. (ω, E_1) ile (Ψ, E_2) sezgisel neutrosophic esnek kümelerinin daraltılmış birleşimi $(\varphi, E) = (\omega, E_1)\hat{\sqcup}(\Psi, E_2)$ şeklinde gösterilir. $E = E_1 \cap E_2$ olmak üzere her $e \in E$ için (φ, E) nin T, I ve F üyelik değerleri aşağıda gibi tanımlanır.

$$T_{(\varphi(e))}(x) = \max\{T_{\omega(e)}(x), T_{\Psi(e)}(x)\} \text{ eğer } e \in E_1 \cap E_2$$

$$I_{(\varphi(e))}(x) = \min\{T_{\omega(e)}(x), T_{\Psi(e)}(x)\} \text{ eğer } e \in E_1 \cap E_2$$

$$F_{(\varphi(e))}(x) = \min\{T_{\omega(e)}(x), T_{\Psi(e)}(x)\} \text{ eğer } e \in E_1 \cap E_2$$

Örnek 4.1.7 (ω, E_1) ve (Ψ, E_2) sezgisel neutrosophic esnek kümeleri aşağıdaki gibi verilsin.

Çizelge 4.15: (ω, E_1) sezgisel neutrosophic esnek kümesi

X	e_1 (marka)	e_2 (fiyat)	e_3 (düşük kilometre)
x_1	(0.5,0.6,0.3)	(0.6,0.3,0.5)	(0.7,0.4,0.3)
x_2	(0.4,0.7,0.2)	(0.7,0.4,0.3)	(0.6,0.1,0.2)
x_3	(0.6,0.2,0.3)	(0.8,0.1,0.2)	(0.7,0.2,0.5)
x_4	(0.7,0.3,0.2)	(0.7,0.3,0.3)	(0.6,0.2,0.5)

Çizelge 4.16: (Ψ, E_2) sezgisel neutrosophic esnek kümesi

X	e_1 (marka)	e_2 (fiyat)	e_3 (düşük kilometre)	e_4 (hasarsızlık)
x_1	(0.6,0.4,0.3)	(0.7,0.2,0.5)	(0.5,0.6,0.4)	(0.1,0.8,0.4)
x_2	(0.7,0.5,0.2)	(0.4,0.7,0.3)	(0.7,0.3,0.2)	(0.5,0.7,0.3)
x_3	(0.6,0.3,0.4)	(0.7,0.2,0.4)	(0.6,0.4,0.3)	(0.2,0.9,0.4)
x_4	(0.8,0.1,0.4)	(0.3,0.6,0.4)	(0.4,0.5,0.7)	(0.4,0.4,0.5)

Tanım 4.1.9 ile $(\omega, E_1) \hat{\sqcup} (\Psi, E_2)$ aşağıdaki gibi elde edilir.

Çizelge 4.17: $(\omega, E_1) \hat{\sqcup} (\Psi, E_2)$ sezgisel neutrosophic esnek kümesi

X	e_1 (marka)	e_2 (fiyat)	e_3 (düşük kilometre)
x_1	(0.6,0.4,0.3)	(0.7,0.2,0.5)	(0.7,0.4,0.3)
x_2	(0.7,0.5,0.2)	(0.7,0.4,0.3)	(0.7,0.1,0.2)
x_3	(0.6,0.2,0.3)	(0.8,0.1,0.2)	(0.7,0.2,0.3)
x_4	(0.8,0.1,0.2)	(0.7,0.3,0.3)	(0.6,0.2,0.5)

Önerme 4.1.2 $(\omega, E_1), (\Psi, E_2), (\varphi, E_3) \in S\mathfrak{N}_E(X)$ olsun. Bu takdirde aşağıdaki eşitlikler sağlanır.

- i. $(\omega, E_1) \hat{\cup} (\omega, E_1) = (\omega, E_1), (\omega, E_1) \hat{\sqcup} (\omega, E_1) = (\omega, E_1)$
- ii. $(\omega, E_1) \hat{\cup} (\omega_{\emptyset}, E_1) = (\omega, E_1), (\omega, E_1) \hat{\sqcup} (\omega_{\emptyset}, E_1) = (\omega, E_1)$
- iii. $(\omega, E_1) \hat{\cup} (\Psi, E_2) = (\Psi, E_2) \hat{\cup} (\omega, E_1), (\omega, E_1) \hat{\sqcup} (\Psi, E_2) = (\Psi, E_2) \hat{\sqcup} (\omega, E_1)$
- iv. $((\omega, E_1) \hat{\cup} (\Psi, E_2)) \hat{\cup} (\varphi, E_3) = (\omega, E_1) \hat{\cup} ((\Psi, E_2) \hat{\cup} (\varphi, E_3)),$
 $((\omega, E_1) \hat{\sqcup} (\Psi, E_2)) \hat{\sqcup} (\varphi, E_3) = (\omega, E_1) \hat{\sqcup} ((\Psi, E_2) \hat{\sqcup} (\varphi, E_3))$

İspat.

- i. $(\omega, E_1) \in S\mathfrak{N}_E(X)$ olsun.

Açıkça her $e \in E_1$ için $(\omega, E_1) = \{\langle x, T_{\omega(e)}(x), I_{\omega(e)}(x), F_{\omega(e)}(x) \rangle : x \in X\}$ şeklindedir.

Üstelik

$$(\omega, E_1) \hat{\cup} (\omega, E_1) = \{\langle x, \max\{T_{\omega(e)}(x), \min\{I_{\omega(e)}(x), \min\{F_{\omega(e)}(x)\}\} \rangle : x \in X\}$$

$$= \{\langle x, T_{\omega(e)}(x), I_{\omega(e)}(x), F_{\omega(e)}(x) \rangle : x \in X\} = (\omega, E_1) \text{ dir.}$$

$(\omega, E_1) \hat{\sqcup} (\omega, E_1) = (\omega, E_1)$ eşitliği de benzer şekilde ispatlanabilir.

- ii. Açıkça her $e \in E_1$ ve her $x \in X$ için $(\omega_{\emptyset}, E_1) = \{\langle x, 0, 1, 1 \rangle : x \in X\}$ şeklindedir.

Üstelik

$$(\omega, E_1) \hat{\cup} (\omega_{\emptyset}, E_1) = \{\langle x, \max\{T_{\omega(e)}(x), 0\}, \min\{F_{\omega(e)}(x), 1\}, \min\{F_{\omega(e)}(x), 1\} \rangle : x \in X\}$$

$$= \{\langle x, T_{\omega(e)}(x), I_{\omega(e)}(x), F_{\omega(e)}(x) \rangle : x \in X, e \in E_1\} = (\omega, E_1) \text{ dir.}$$

$(\omega, E_1) \hat{\sqcup} (\omega_{\emptyset}, E_1) = (\omega, E_1)$ eşitliği de benzer şekilde gösterilebilir.

iii. $(\omega, E_1) \hat{\cup} (\Psi, E_2) = (\varphi, E)$ ve $(\omega, E_2) \hat{\cup} (\omega, E_1) = (\xi, E)$ olsun.

Burada $E = E_1 \cup E_2$ dir. Şimdi $e \in E$ olsun.

Eğer $e \in E_1 \setminus E_2$ ise $(\varphi, E) = (\omega, E_1) = (\xi, E)$ dir.

Eğer $e \in E_2 \setminus E_1$ ise $(\varphi, E) = (\Psi, E_2) = (\xi, E)$ dir.

Eğer $e \in E_1 \cap E_2$ ise

$$\begin{aligned} (\varphi, E) &= \{ \langle x, \max\{T_{\omega(e)}(x)\}, \min\{I_{\omega(e)}(x)\}, \min\{F_{\omega(e)}(x)\} \rangle : x \in X \} \\ &= \{ \langle x, \max\{T_{\Psi(e)}(x)\}, \min\{I_{\Psi(e)}(x)\}, \min\{F_{\Psi(e)}(x)\} \rangle : x \in X \} \\ &= (\xi, E) \end{aligned}$$

$(\omega, E_1) \hat{\cup} (\Psi, E_2) = (\Psi, E_2) \hat{\cup} (\omega, E_1)$ eşitliği de benzer şekilde gösterilebilir.

iv. Önerme 4.11 iv) ye benzer şekilde ispatlanır.

Önerme 4.1.3 $(\omega, E_1), (\Psi, E_2), (\varphi, E_3) \in SN_E(X)$ olsun.

i. $(\omega, E_1) \hat{\cap} ((\Psi, E_2) \hat{\cup} (\varphi, E_3)) = ((\omega, E_1) \hat{\cap} (\Psi, E_2)) \hat{\cup} ((\omega, E_1) \hat{\cap} (\varphi, E_3))$

ii. $(\omega, E_1) \hat{\cup} ((\Psi, E_2) \hat{\cap} (\varphi, E_3)) = ((\omega, E_1) \hat{\cup} (\Psi, E_2)) \hat{\cap} ((\omega, E_1) \hat{\cup} (\varphi, E_3))$

İspat.

i. $(\omega, E_1) \hat{\cap} ((\Psi, E_2) \hat{\cup} (\varphi, E_3)) = (\vartheta, E)$ ve

$((\omega, E_1) \hat{\cap} (\Psi, E_2)) \hat{\cup} ((\omega, E_1) \hat{\cap} (\varphi, E_3)) = (\varpi, E')$ olsun.

(ϑ, E) nin parametre kümesi $E = E_1 \cap (E_2 \cup E_3)$ ve (ϖ, E') nin parametre kümesi $E' = (E_1 \cap E_2) \cup (E_1 \cap E_3)$ olduğundan $E = E'$ elde edilir. Her $e \in E$ için $e \in E_1$ ve $e \in (E_2 \cup E_3)$ dür.

Eğer $e \in E_1$ ve $e \in E_2 \setminus E_3$ ise

$$\vartheta_{(e)}(x) = \omega_{(e)}(x) \tilde{\cap} \Psi_{(e)}(x)$$

$$\begin{aligned} \varpi_{(e)}(x) &= (\omega_{(e)}(x) \tilde{\cap} \Psi_{(e)}(x)) \tilde{\cup} (\omega_{(e)}(x) \tilde{\cap} \emptyset) \\ &= \omega_{(e)}(x) \tilde{\cap} \Psi_{(e)}(x) \end{aligned}$$

olup buradan $\vartheta_{(e)}(x) = \varpi_{(e)}(x)$ dir. O halde $(\vartheta, E) = (\varpi, E')$ dür.

Eğer $e \in E_1$ ve $e \in E_3 \setminus E_2$ ise

$$\begin{aligned}\vartheta_{(e)}(x) &= \omega_{(e)}(x) \tilde{\cap} \varphi_{(e)}(x) \\ \varpi_{(e)}(x) &= (\omega_{(e)}(x) \tilde{\cap} \tilde{\emptyset}) \tilde{\cup} (\omega_{(e)}(x) \tilde{\cap} \varphi_{(e)}(x)) \\ &= \omega_{(e)}(x) \tilde{\cap} \varphi_{(e)}(x)\end{aligned}$$

olup buradan $\vartheta_{(e)}(x) = \varpi_{(e)}(x)$ dir. O halde $(\vartheta, E) = (\varpi, E')$ dür.

Eğer $e \in E_1$ ve $e \in E_2 \cap E_3$ ise

$$\begin{aligned}\vartheta_{(e)}(x) &= \omega_{(e)}(x) \tilde{\cap} (\Psi_{(e)}(x) \tilde{\cup} \varphi_{(e)}) \\ &= [(\omega_{(e)}(x) \tilde{\cap} \Psi_{(e)}(x)) \tilde{\cup} (\omega_{(e)}(x) \tilde{\cap} \varphi_{(e)})] \\ &= \varpi_{(e)}(x)\end{aligned}$$

dir. Yani $(\vartheta, E) = (\varpi, E')$ dür.

ii. i) deki gibi ispatlanabilir.

Sonuç 4.1.1 $(S\mathfrak{N}_E(X), \hat{\subseteq})$ dağılımlı bir kafestir.

Önerme 4.1.4 $(\omega, E_1), (\Psi, E_2) \in S\mathfrak{N}_E(X)$ olsun. Bu takdirde aşağıdaki eşitlikler sağlanır.

- i. $((\omega, E_1) \hat{\cup} (\Psi, E_2))^t = (\omega, E_1)^t \hat{\cap} (\Psi, E_2)^t$
- ii. $((\omega, E_1) \hat{\sqcup} (\Psi, E_2))^t = (\omega, E_1)^t \hat{\cap} (\Psi, E_2)^t$
- iii. $((\omega, E_1) \hat{\cap} (\Psi, E_2))^t = (\omega, E_1)^t \hat{\cup} (\Psi, E_2)^t$
- iv. $((\omega, E_1) \hat{\cap} (\Psi, E_2))^t = (\omega, E_1)^t \hat{\sqcup} (\Psi, E_2)^t$

İspat.

i. $(\omega, E_1), (\Psi, E_2) \in S\mathfrak{N}_E(X)$ olsun. Bu kümeleri aşağıda verildiği gibi ele alalım.

$$(\omega, E_1) = \{\langle x, T_{\omega_{(e)}}(x), I_{\omega_{(e)}}(x), F_{\omega_{(e)}}(x) \rangle : x \in X, e \in E_1\}$$

$$(\Psi, E_2) = \{\langle x, T_{\Psi_{(e)}}(x), I_{\Psi_{(e)}}(x), F_{\Psi_{(e)}}(x) \rangle : x \in X, e \in E_2\}$$

(ω, E_1) ve (Ψ, E_2) nin tümleyenleri sırayla

$$(\omega, E_1)^t = \{\langle x, F_{\omega_{(e)}}(x), 1 - I_{\omega_{(e)}}(x), T_{\omega_{(e)}}(x) \rangle : x \in X, e \in E_1\}$$

$$(\Psi, E_2)^t = \{\langle x, F_{\Psi_{(e)}}(x), 1 - I_{\Psi_{(e)}}(x), T_{\Psi_{(e)}}(x) \rangle : x \in X, e \in E_2\}$$

şeklindedir. $E = E_1 \cup E_2$ ve $(\omega, E_1) \hat{\cup} (\Psi, E_2) = (\varphi, E)$ olmak üzere $(\varphi, E)^t$ kümesi

$$F_{\varphi^t(e)}(x) = \begin{cases} F_{\omega(e)}(x) & e \in E_1 \setminus E_2 \\ F_{\Psi(e)}(x) & e \in E_2 \setminus E_1 \\ \min\{F_{\omega(e)}(x)\} & e \in E_1 \cap E_2 \end{cases}$$

$$I_{\varphi^t(e)}(x) = \begin{cases} 1 - I_{\omega(e)}(x) & e \in E_1 \setminus E_2 \\ 1 - I_{\Psi(e)}(x) & e \in E_2 \setminus E_1 \\ \max\{1 - I_{\omega(e)}(x)\} & e \in E_1 \cap E_2 \end{cases}$$

$$T_{\varphi^t(e)}(x) = \begin{cases} T_{\omega(e)}(x) & e \in E_1 \setminus E_2 \\ T_{\Psi(e)}(x) & e \in E_2 \setminus E_1 \\ \min\{T_{\omega(e)}(x)\} & e \in E_1 \cap E_2 \end{cases}$$

$= (\omega, E_1)^t \hat{\cap} (\Psi, E_2)^t$ dir.

ii. i) deki gibi ispatlanır.

iii. $(\omega, E_1), (\Psi, E_2) \in SN_E(X)$ sezgisel neutrosophic esnek kümelerini aşağıdaki gibi göz önüne alalım.

$$(\omega, E_1) = \{\langle x, T_{\omega(e)}(x), I_{\omega(e)}(x), F_{\omega(e)}(x) \rangle : x \in X, e \in E_1\}$$

$$(\Psi, E_2) = \{\langle x, T_{\Psi(e)}(x), I_{\Psi(e)}(x), F_{\Psi(e)}(x) \rangle : x \in X, e \in E_2\}$$

(ω, E_1) ve (Ψ, E_2) nin tümleyenleri sırasıyla

$$(\omega, E_1)^t = \{\langle x, F_{\omega(e)}(x), 1 - I_{\omega(e)}(x), T_{\omega(e)}(x) \rangle : x \in X, e \in E_1\}$$

$$(\Psi, E_2)^t = \{\langle x, F_{\Psi(e)}(x), 1 - I_{\Psi(e)}(x), T_{\Psi(e)}(x) \rangle : x \in X, e \in E_2\}$$

şeklindedir. $E = E_1 \cup E_2$ ve $(\omega, E_1) \hat{\cap} (\Psi, E_2) = (\varphi, E)$ olmak üzere $(\varphi, E)^t$ kümesi

$$F_{\varphi^t(e)}(x) = \begin{cases} F_{\omega(e)}(x) & e \in E_1 \setminus E_2 \\ F_{\Psi(e)}(x) & e \in E_2 \setminus E_1 \\ \max\{F_{\omega(e)}(x), F_{\Psi(e)}(x)\} & e \in E_1 \cap E_2 \end{cases}$$

$$I_{\varphi^t(e)}(x) = \begin{cases} 1 - I_{\omega(e)}(x) & e \in E_1 \setminus E_2 \\ 1 - I_{\Psi(e)}(x) & e \in E_2 \setminus E_1 \\ \max\{1 - I_{\omega(e)}(x)\} & e \in E_1 \cap E_2 \end{cases}$$

$$T_{\varphi^t(e)}(x) = \begin{cases} T_{\omega(e)}(x) & e \in E_1 \setminus E_2 \\ T_{\Psi(e)}(x) & e \in E_2 \setminus E_1 \\ \min\{T_{\omega(e)}(x)\} & e \in E_1 \cap E_2 \end{cases}$$

$$= (\omega, E_1) \hat{\wedge} (\Psi, E_2)^t \text{ dir.}$$

iv. iii) ye benzer şekilde yapılır.

Tanım 4.1.10 $(\omega, E_1), (\Psi, E_2) \in SN_E(X)$ olsun. (ω, E_1) ile (Ψ, E_2) sezgisel neutrosophic esnek kümelerinin \vee - birleşimi $(\varphi, E) = (\omega, E_1) \hat{\vee} (\Psi, E_2)$ ile gösterilir. Burada $E = E_1 \times E_2$ olmak üzere her $(e_1, e_2) \in E$ için $\varphi(e_1, e_2) = \omega(e_1) \hat{\cup} \Psi(e_2)$ şeklinde tanımlanır.

$$\varphi(e_1, e_2) = \{ \langle x, \max\{T_{\omega(e_1)}(x), T_{\Psi(e_2)}(x)\}, \min\{I_{\omega(e_1)}(x), I_{\Psi(e_2)}(x)\}, \min\{F_{\omega(e_1)}(x), F_{\Psi(e_2)}(x)\} \rangle \}$$

Örnek 4.1.8 (ω, E_1) ve (Ψ, E_2) kümelerini Örnek 4.1.4 de ki gibi ele alalım. $(\omega, E_1) \hat{\vee} (\Psi, E_2)$ kümesi aşağıda verilen çizelgedeki gibi elde edilir.

Çizelge 4.18: $(\omega, E_1) \hat{\vee} (\Psi, E_2)$ sezgisel neutrosophic esnek kümesi

X	$e_1(\text{m,m})$	$e_2(\text{m,f})$	$e_3(\text{m,k})$	$e_4(\text{m,h})$
x_1	(0.6,0.4,0.3)	(0.7,0.2,0.3)	(0.5,0.6,0.3)	(0.5,0.6,0.3)
x_2	(0.7,0.5,0.2)	(0.4,0.7,0.2)	(0.7,0.3,0.2)	(0.5,0.7,0.2)
x_3	(0.6,0.2,0.3)	(0.7,0.2,0.3)	(0.6,0.2,0.3)	(0.6,0.2,0.3)
x_4	(0.8,0.1,0.2)	(0.7,0.3,0.2)	(0.7,0.3,0.2)	(0.7,0.3,0.2)
X	$e_1(\text{f,m})$	$e_2(\text{f,f})$	$e_3(\text{f,k})$	$e_4(\text{f,h})$
x_1	(0.6,0.3,0.3)	(0.7,0.2,0.5)	(0.6,0.3,0.4)	(0.6,0.3,0.4)
x_2	(0.7,0.4,0.2)	(0.7,0.4,0.3)	(0.7,0.3,0.2)	(0.7,0.4,0.3)
x_3	(0.8,0.1,0.2)	(0.8,0.1,0.2)	(0.8,0.1,0.2)	(0.8,0.1,0.2)
x_4	(0.7,0.1,0.3)	(0.7,0.3,0.3)	(0.7,0.3,0.3)	(0.7,0.3,0.3)
X	$e_1(\text{k,m})$	$e_2(\text{k,f})$	$e_3(\text{k,k})$	$e_4(\text{k,h})$
x_1	(0.7,0.4,0.3)	(0.7,0.2,0.3)	(0.7,0.4,0.3)	(0.7,0.4,0.3)
x_2	(0.7,0.1,0.2)	(0.6,0.1,0.2)	(0.7,0.1,0.2)	(0.6,0.1,0.2)
x_3	(0.7,0.2,0.4)	(0.7,0.2,0.4)	(0.7,0.2,0.3)	(0.7,0.2,0.4)
x_4	(0.8,0.1,0.4)	(0.6,0.2,0.4)	(0.6,0.2,0.5)	(0.6,0.2,0.5)

Not: Parametreler için "marka:m, fiyat:f, düşük kilometre:k, hasarsızlık:h" kısaltmaları kullanılmıştır.

Tanım 4.1.11 $(\omega, E_1), (\Psi, E_2) \in SN_E(X)$ olsun. (ω, E_1) ile (Ψ, E_2) nin \wedge - arakesiti $(\varphi, E) = (\omega, E_1) \hat{\wedge} (\Psi, E_2)$ ile gösterilir. $E = E_1 \times E_2$ olmak üzere her $(e_1, e_2) \in E$ için $\varphi(e_1, e_2) = \omega(e_1) \hat{\cap} \Psi(e_2)$ şeklinde tanımlanır.

$$\varphi(e_1, e_2) = \{ \langle x, \min\{T_{\omega(e_1)}(x), T_{\Psi(e_2)}(x)\}, \min\{I_{\omega(e_1)}(x), I_{\Psi(e_2)}(x)\}, \max\{F_{\omega(e_1)}(x), F_{\Psi(e_2)}(x)\} \rangle \}$$

Örnek 4.1.9 (ω, E_1) ve (Ψ, E_2) kümelerini Örnek 4.1.4 deki gibi ele alalım. $(\omega, E_1) \hat{\wedge} (\Psi, E_2)$ kümesi aşağıda verilen çizelgedeki gibi elde edilir.

Çizelge 4.19: $(\omega, E_1) \hat{\wedge} (\Psi, E_2)$ sezgisel neutrosophic esnek kümesi

X	$e_1(m,m)$	$e_2(m,f)$	$e_3(m,k)$	$e_4(m,h)$
x_1	(0.5,0.4,0.3)	(0.5,0.2,0.5)	(0.5,0.6,0.4)	(0.1,0.6,0.4)
x_2	(0.4,0.5,0.2)	(0.4,0.7,0.3)	(0.4,0.3,0.2)	(0.4,0.7,0.3)
x_3	(0.6,0.2,0.4)	(0.6,0.2,0.4)	(0.6,0.2,0.3)	(0.2,0.2,0.4)
x_4	(0.7,0.1,0.4)	(0.3,0.3,0.4)	(0.4,0.3,0.7)	(0.4,0.3,0.5)
X	$e_1(f,m)$	$e_2(f,f)$	$e_3(f,k)$	$e_4(f,h)$
x_1	(0.6,0.3,0.5)	(0.6,0.2,0.5)	(0.5,0.3,0.5)	(0.1,0.3,0.5)
x_2	(0.7,0.4,0.3)	(0.4,0.4,0.3)	(0.7,0.3,0.3)	(0.5,0.4,0.3)
x_3	(0.6,0.1,0.4)	(0.7,0.1,0.4)	(0.6,0.1,0.3)	(0.2,0.1,0.4)
x_4	(0.7,0.1,0.4)	(0.3,0.3,0.4)	(0.4,0.3,0.7)	(0.4,0.3,0.5)
X	$e_1(k,m)$	$e_2(k,f)$	$e_3(k,k)$	$e_4(k,h)$
x_1	(0.6,0.4,0.3)	(0.7,0.2,0.5)	(0.5,0.4,0.4)	(0.1,0.4,0.4)
x_2	(0.6,0.1,0.2)	(0.4,0.1,0.3)	(0.6,0.1,0.2)	(0.5,0.1,0.3)
x_3	(0.6,0.2,0.5)	(0.7,0.2,0.5)	(0.6,0.2,0.5)	(0.2,0.2,0.5)
x_4	(0.6,0.1,0.5)	(0.3,0.2,0.5)	(0.4,0.2,0.7)	(0.4,0.2,0.5)

Not: Parametreler için "marka:m, fiyat:f, düşük kilometre:k, hasarsızlık:h" kısaltmaları kullanılmıştır.

Önerme 4.1.5 $(\omega, E_1), (\Psi, E_2), (\varphi, E_3) \in S\mathcal{N}_E(X)$ olsun.

- i. $[(\omega, E_1) \hat{\vee} (\Psi, E_2)]^t = (\omega, E_1)^t \hat{\wedge} (\Psi, E_2)^t$
- ii. $[(\omega, E_1) \hat{\wedge} (\Psi, E_2)]^t = (\omega, E_1)^t \hat{\vee} (\Psi, E_2)^t$

İspat.

- i. $(\omega, E_1), (\Psi, E_2) \in S\mathcal{N}_E(X)$ sezgisel neutrosophic esnek kümelerini göz önüne alalım.

$(\omega, E_1) \hat{\vee} (\Psi, E_2) = ((\varphi, E_3)$ olsun. Burada $E = E_1 \times E_2$ olup her $(e_1, e_2) \in E_1 \times E_2$ ve $x \in X$ için

$$\varphi(e_1, e_2) = \{ \langle x, [\max\{T_{\omega(e_1)}(x), T_{\Psi(e_2)}(x)\}, \\ [\min\{I_{\omega(e_1)}(x), I_{\Psi(e_2)}(x)\}, \\ [\min\{F_{\omega(e_1)}(x), F_{\Psi(e_2)}(x)\} \}] \}$$

$$\begin{aligned}
\bar{\varphi}(e_1, e_2) &= \{\langle x, [\min\{F_{\omega(e_1)}(x), F_{\Psi(e_2)}(x)\}], \\
&\quad [\max\{1 - I_{\omega(e_1)}(x), 1 - I_{\Psi(e_2)}(x)\}], \\
&\quad [\max\{T_{\omega(e_1)}(x), T_{\Psi(e_2)}(x)\}]\rangle\} \\
&= \{\langle x, [F_{\omega(e_1)}(x)], [1 - I_{\omega(e_1)}(x)], \\
&\quad [T_{\omega(e_1)}(x)]\rangle : x \in X \ e_1 \in E_1\} \\
&\quad \hat{\wedge} \{\langle x, [F_{\Psi(e_2)}(x)], [1 - I_{\Psi(e_2)}(x)], \\
&\quad [T_{\Psi(e_2)}(x)]\rangle : x \in X \ e_2 \in E_2\} \\
&= \bar{\omega}(e_1) \tilde{\cap} \bar{\Psi}(e_2) \text{ dir. Buradan açıkça}
\end{aligned}$$

$$[(\omega, E_1) \hat{\vee} (\Psi, E_2)]^t = (\omega, E_1)^t \hat{\wedge} (\Psi, E_2)^t \text{ dir.}$$

ii. i) deki gibi ispatlanır.

Tanım 4.1.12 $(\omega, E_1) \in SN_E(X)$ ve $(\Psi, E_2) \in SN_E(Y)$ olsun. (ω, E_1) ile (Ψ, E_2) nin kartezyen çarpımı $(\omega, E_1) \hat{\times} (\Psi, E_2) = (\varphi, E_1 \times E_2)$ ile gösterilir ve $(\varphi, E_1 \times E_2)$ nin T, I ve F üyelik değerleri her $(e_1, e_2) \in E_1 \times E_2$ ve $(x, y) \in X \times Y$ için aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$T_{\omega \times \Psi(e_1, e_2)}(x, y) = \min\{T_{\omega(e_1)}(x), T_{\Psi(e_2)}(y)\}$$

$$I_{\omega \times \Psi(e_1, e_2)}(x, y) = \max\{I_{\omega(e_1)}(x), I_{\Psi(e_2)}(y)\}$$

$$F_{\omega \times \Psi(e_1, e_2)}(x, y) = \max\{F_{\omega(e_1)}(x), F_{\Psi(e_2)}(y)\}$$

Örnek 4.1.10 $X = \{x_1, x_2\}$, $Y = \{y_1, y_2\}$, $E_1 = \{e_1, e_2\}$ ve $E_2 = \{e_3, e_4\}$ olmak üzere (ω, E_1) ve (Ψ, E_2) sezgisel neutrosophic esnek kümeleri sırasıyla X ve Y üzerinde aşağıdaki gibi verilsin.

Çizelge 4.20: (ω, E_1) sezgisel neutrosophic esnek kümesi

X	x_1	x_2
e_1	(0.2, 0.1, 0.5)	(0.1, 0.5, 0.5)
e_2	(0.3, 0.5, 0.3)	(0.3, 0.5, 0.8)

Çizelge 4.21: (Ψ, E_2) sezgisel neutrosophic esnek kümesi

Y	y_1	y_2
e_3	(0.2, 0.5, 0.8)	(0.6, 0.3, 0.4)
e_4	(0.4, 0.4, 0.2)	(0.1, 0.2, 0.3)

Bu takdirde $X \times Y = \{(x_1, y_1), (x_1, y_2), (x_2, y_1), (x_2, y_2)\}$ ve

$E_1 \times E_2 = \{(e_1, e_3), (e_1, e_4), (e_2, e_3), (e_2, e_4)\}$ şeklinde olup $(\omega, E_1) \hat{\times} (\Psi, E_2)$ sezgisel neutrosophic esnek kümesi aşağıda verilen Çizelgedeki gibi elde edilir.

Çizelge 4.22: $(\omega, E_1) \hat{\times} (\Psi, E_2)$ sezgisel neutrosophic esnek kümesi

$X \times Y$	(x_1, y_1)	(x_1, y_2)	(x_2, y_1)	(x_2, y_2)
(e_1, e_3)	(0.2, 0.5, 0.8)	(0.2, 0.3, 0.5)	(0.1, 0.5, 0.8)	(0.1, 0.5, 0.5)
(e_1, e_4)	(0.2, 0.4, 0.5)	(0.1, 0.2, 0.5)	(0.1, 0.5, 0.5)	(0.1, 0.5, 0.5)
(e_2, e_3)	(0.2, 0.5, 0.8)	(0.3, 0.5, 0.4)	(0.2, 0.5, 0.8)	(0.3, 0.5, 0.8)
(e_2, e_4)	(0.3, 0.5, 0.3)	(0.1, 0.5, 0.3)	(0.3, 0.5, 0.8)	(0.1, 0.5, 0.8)

Teorem 4.1.1 $(\omega, E_1) \in S\mathfrak{N}_E(X)$ ve $(\Psi, E_2) \in S\mathfrak{N}_E(Y)$ olsun. Bu takdirde $(\omega, E_1) \hat{\times} (\Psi, E_2) \in S\mathfrak{N}_E(X \times Y)$ dir.

İspat. Tanım 4.1.12 ile açıktır.

4.2 Sezgisel Neutrosophic Esnek Graflar

Tanım 4.2.1 $\hat{G} = (G^*, \omega, \Psi, A)$ dörtlüsü aşağıdaki şartları sağlarsa \hat{G} ye G^* üzerinde bir sezgisel neutrosophic esnek graf denir.

- i. $A \neq \emptyset$ parametre kümesidir
- ii. (ω, A) V de bir sezgisel neutrosophic esnek kümedir
- iii. (Ψ, A) E de bir sezgisel neutrosophic esnek kümedir
- iv. Her $e \in A$ için $(\omega(e), \Psi(e))$ aşağıdakileri gerçekleyen $G^* = (V, E)$ m bir sezgisel neutrosophic alt grafıdır.

$$T_{\Psi(e)}(xy) \leq \min\{T_{\omega(e)}(x), T_{\omega(e)}(y)\}$$

$$I_{\Psi(e)}(xy) \geq \max\{I_{\omega(e)}(x), I_{\omega(e)}(y)\}$$

$$F_{\Psi(e)}(xy) \geq \max\{F_{\omega(e)}(x), F_{\omega(e)}(y)\}$$

Üstelik her $e \in A$ ve $x, y \in V$ için $0 \leq T_{\Psi(e)}(x, y) + I_{\Psi(e)}(x, y) + F_{\Psi(e)}(x, y) \leq 3$ durumu gerçekleşir. Açıkça bir sezgisel neutrosophic esnek graf, sezgisel neutrosophic grafların parametreleştirilmiş bir ailesidir. $\hat{G} = (G^*, \omega, \Psi, A)$ sezgisel neutrosophic esnek grafi her $e \in A$ için $\hat{G} = (\omega(e), \Psi(e))$ şeklinde de gösterilebilir. $G^* = (V, E)$ üzerindeki tüm sezgisel neutrosophic esnek grafların ailesi $\widehat{S\mathfrak{N}}(G^*)$ ile gösterilir.

Örnek 4.2.1 $V = \{x_1, x_2, x_3\}$ ve $E = \{x_1x_2, x_2x_3, x_3x_1\}$ olmak üzere $G^* = (V, E)$ basit grafını göz önüne alalım. $A = \{e_1, e_2\}$ bir parametre kümesi ve $A \subseteq E$ olarak verilsin.

$\omega : A \rightarrow S\mathfrak{N}_E(V)$ olmak üzere (ω, A) sezgisel neutrosophic esnek kümesi aşağıdaki gibi verilsin.

$$\omega(e_1) = \{(x_1, 0.3, 0.4, 0.2), (x_2, 0.4, 0.3, 0.5), (x_3, 0.5, 0.4, 0.3)\}$$

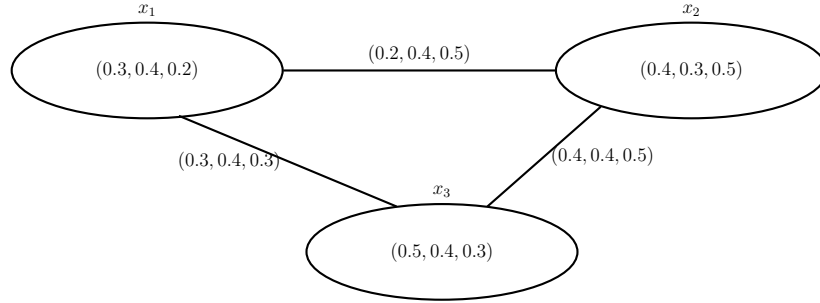
$$\omega(e_2) = \{(x_1, 0.5, 0.1, 0.2), (x_2, 0.5, 0.4, 0.2), (x_3, 0.6, 0.4, 0.3)\}$$

$\Psi : A \rightarrow S\mathfrak{N}_E(E)$ olmak üzere (Ψ, A) sezgisel neutrosophic esnek kümesi aşağıdaki gibi verilsin.

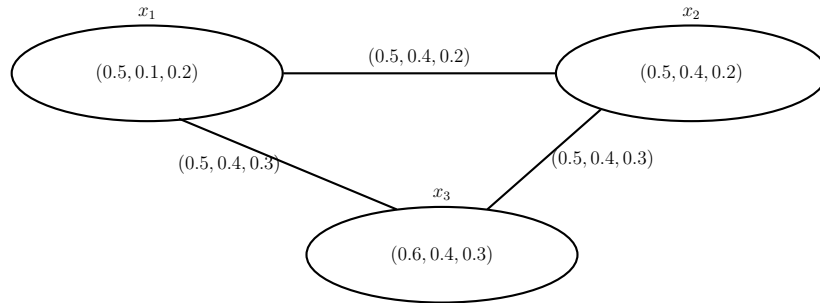
$$\Psi(e_1) = \{(x_1x_2, 0.2, 0.4, 0.5), (x_2x_3, 0.4, 0.4, 0.5), (x_3x_1, 0.3, 0.4, 0.3)\}$$

$$\Psi(e_2) = \{(x_1x_2, 0.5, 0.4, 0.2), (x_2x_3, 0.5, 0.4, 0.3), (x_3x_1, 0.5, 0.4, 0.3)\}$$

Böylece $\delta(e_1) = (\omega(e_1), \Psi(e_1))$ ve $\delta(e_2) = (\omega(e_2), \Psi(e_2))$ sırasıyla e_1 ve e_2 parametrelerine karşılık gelen sezgisel neutrosophic graflardır.



Şekil 4.1: $\delta(e_1)$ sezgisel neutrosophic grafi



Şekil 4.2: $\delta(e_2)$ sezgisel neutrosophic grafi

Dolayısıyla $\hat{G} = \{\delta(e_1), \delta(e_2)\}$ G^* üzerinde bir sezgisel neutrosophic graftır.

Çizelge 4.23: \hat{G} sezgisel neutrosophic grafi

ω	x_1	x_2	x_3
e_1	(0.3, 0.4, 0.2)	(0.4, 0.3, 0.5)	(0.5, 0.4, 0.3)
e_2	(0.5, 0.1, 0.2)	(0.5, 0.4, 0.2)	(0.6, 0.4, 0.3)
Ψ	x_1x_2	x_2x_3	x_3x_1
e_1	(0.2, 0.4, 0.5)	(0.4, 0.4, 0.5)	(0.3, 0.4, 0.3)
e_2	(0.5, 0.4, 0.2)	(0.5, 0.4, 0.3)	(0.5, 0.4, 0.3)

Tanım 4.2.2 $\hat{G} = (G^*, \omega, \Psi, A)$ ve $\hat{G}' = (G'^*, \omega', \Psi', B)$, $G^* = (V, E)$ üzerinde sezgisel neutrosophic esnek graflar olsun. Eğer aşağıdaki koşullar sağlanırsa \hat{G} ye, \hat{G}' nün sezgisel neutrosophic esnek alt grafi denir.

- i. $A \subseteq B$
- ii. Her $e \in A$ için $\delta(e) = (\omega(e), \Psi(e))$, $\delta'(e) = (\omega'(e), \Psi'(e))$ nin sezgisel neutrosophic alt grafidir.

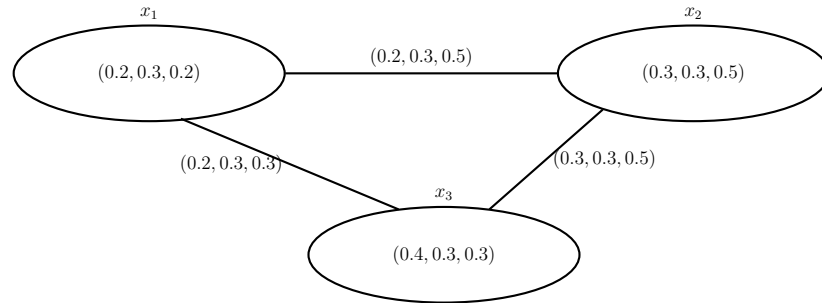
Bu durum $\hat{G} \hat{\subseteq} \hat{G}'$ notasyonu ile gösterilir.

Örnek 4.2.2 Örnek 4.2.1 deki \hat{G} yı ele alalım. Diğer yandan $A' = \{e_1\}$ olmak üzere $\hat{G}' = (G'^*, \omega', \Psi', A')$ grafi aşağıdaki şekilde verilsin.

$$\omega'(e_1) = \{(x_1, 0.2, 0.3, 0.2), (x_2, 0.3, 0.3, 0.5), (x_3, 0.4, 0.3, 0.3)\}$$

$$\Psi'(e_1) = \{(x_1x_2, 0.2, 0.3, 0.5), (x_2x_3, 0.3, 0.3, 0.5), (x_3x_1, 0.2, 0.3, 0.3)\}$$

Açıkça $A' = \{e_1\} \subseteq \{e_1, e_2\} = A$ ve $\delta'(e_1) = (\omega'(e_1), \Psi'(e_1)) \hat{\subseteq} (\omega(e_1), \Psi(e_1)) = \delta(e_1)$ olur. Üstelik \hat{G}' nün \hat{G} nin sezgisel neutrosophic esnek alt grafidir.



Şekil 4.3: $\delta'(e_1)$ sezgisel neutrosophic alt grafi

Tanım 4.2.3 $\hat{G} = (G^*, \omega, \Psi, A)$ ve $\hat{G}' = (G'^*, \omega', \Psi', B)$ sırasıyla $G^* = (V_1, E_1)$ ve $G'^* = (V_2, E_2)$ basit grafları üzerinde iki sezgisel neutrosophic esnek graf olsun. \hat{G} ve \hat{G}'

nün kartezyen çarpımı $\hat{G} \hat{\otimes} \hat{G}' = (G^* \times G'^*, \omega'', \Psi'', A \times B)$ ile gösterilir. Burada $V = V_1 \times V_2$ ve $E = \{(xy_1, xy_2) \mid x \in V_1, y_1y_2 \in E_2\} \cup \{(x_1y, x_2y) \mid y \in V_2, x_1x_2 \in E_1\}$ olmak üzere $(\omega'', A \times B)$ V de ve $(\Psi'', A \times B)$ E de sezgisel neutrosophic esnek kümeler olup $\hat{G} \hat{\otimes} \hat{G}'$ nün kenarlarının ve köşelerinin T , I ve F değerleri aşağıdaki gibi tanımlanır.

i. Her $(x_1, y_1) \in V_1 \times V_2$ ve her $(e_1, e_2) \in A \times B$ için

$$T_{\omega''(e_1, e_2)}(x_1, y_1) = \min\{T_{\omega(e_1)}(x_1), T_{\omega'(e_2)}(y_1)\}$$

$$I_{\omega''(e_1, e_2)}(x_1, y_1) = \max\{I_{\omega(e_1)}(x_1), I_{\omega'(e_2)}(y_1)\}$$

$$F_{\omega''(e_1, e_2)}(x_1, y_1) = \max\{F_{\omega(e_1)}(x_1), F_{\omega'(e_2)}(y_1)\}$$

ii. Her $x \in V_1$ ve her $y_1y_2 \in E_2$ için

$$T_{\Psi''(e_1, e_2)}(xy_1, xy_2) = \min\{T_{\Psi(e_1)}(x), T_{\Psi'(e_2)}(y_1y_2)\}$$

$$I_{\Psi''(e_1, e_2)}(xy_1, xy_2) = \max\{I_{\Psi(e_1)}(x), I_{\Psi'(e_2)}(y_1y_2)\}$$

$$F_{\Psi''(e_1, e_2)}(xy_1, xy_2) = \max\{F_{\Psi(e_1)}(x), F_{\Psi'(e_2)}(y_1y_2)\}$$

iii. Her $y \in V_2$ ve her $x_1x_2 \in E_1$ için

$$T_{\Psi''(e_1, e_2)}(x_1y, x_2y) = \min\{T_{\Psi(e_1)}(x_1x_2), T_{\omega'(e_2)}(y)\}$$

$$I_{\Psi''(e_1, e_2)}(x_1y, x_2y) = \max\{I_{\Psi(e_1)}(x_1x_2), I_{\omega'(e_2)}(y)\}$$

$$F_{\Psi''(e_1, e_2)}(x_1y, x_2y) = \max\{F_{\Psi(e_1)}(x_1x_2), F_{\omega'(e_2)}(y)\}$$

Örnek 4.2.3 $A = \{e_1, e_2\}$ ve $B = \{e_3, e_4\}$ birer parametre kümesi olmak üzere $V_1 = \{x_1, x_2, x_3\}$, $V_2 = \{y_1, y_2, y_3\}$, $E_1 = \{x_1x_2, x_2x_3, x_1x_3\}$, $E_2 = \{y_1y_2, y_2y_3, y_1y_3\}$ şeklinde verilsin. $\hat{G} = \{\delta(e_1), \delta(e_2)\}$ ve $\hat{G}' = \{\delta'(e_3), \delta'(e_4)\}$ sırasıyla $G^* = (V_1, E_1)$ ve $G'^* = (V_2, E_2)$ basit grafları üzerinde aşağıdaki gibi tanımlı sezgisel neutrosophic esnek graflar olsun.

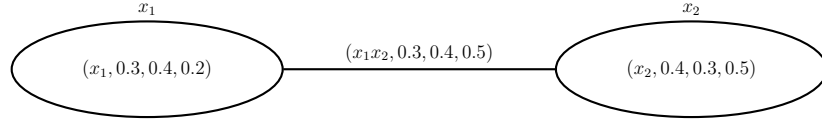
$$\delta(e_1) = \{(x_1, 0.3, 0.4, 0.2), (x_2, 0.4, 0.3, 0.5), (x_1x_2, 0.3, 0.4, 0.5)\}$$

$$\delta(e_2) = \{(x_1, 0.5, 0.1, 0.2), (x_2, 0.5, 0.4, 0.2), (x_3, 0.6, 0.4, 0.3), (x_1x_2, 0.5, 0.4, 0.2), \\ (x_2x_3, 0.5, 0.4, 0.3), (x_3x_1, 0.3, 0.5, 0.3)\}$$

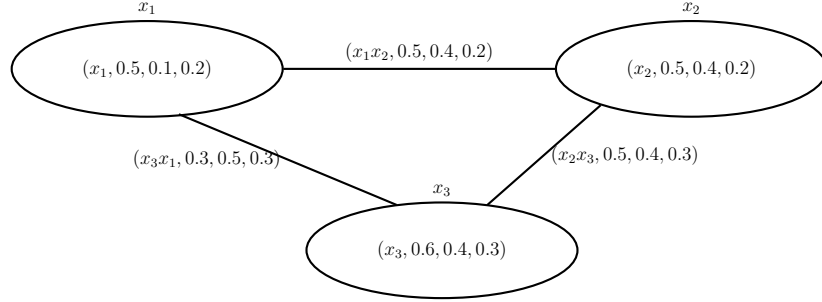
$$\delta'(e_3) = \{(y_1, 0.2, 0.3, 0.1), (y_2, 0.3, 0.4, 0.4), (y_1y_2, 0.2, 0.4, 0.4)\}$$

$$\delta'(e_4) = \{(y_1, 0.3, 0.4, 0.2), (y_2, 0.4, 0.5, 0.5), (y_3, 0.5, 0.4, 0.3), (y_1y_2, 0.3, 0.6, 0.5), \\ (y_2y_3, 0.4, 0.5, 0.5), (y_3y_1, 0.3, 0.4, 0.3)\}$$

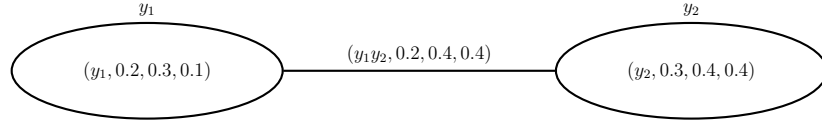
$\delta(e_1), \delta(e_2), \delta'(e_3)$ ve $\delta'(e_4)$ sezgisel neutrosophic grafları aşağıdaki gibidir.



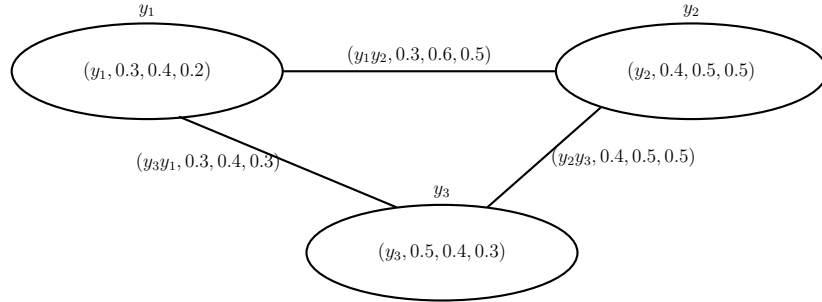
Şekil 4.4: $\delta(e_1)$ sezgisel neutrosophic grafi



Şekil 4.5: $\delta(e_2)$ sezgisel neutrosophic grafi



Şekil 4.6: $\delta'(e_3)$ sezgisel neutrosophic grafi



Şekil 4.7: $\delta'(e_4)$ sezgisel neutrosophic grafi

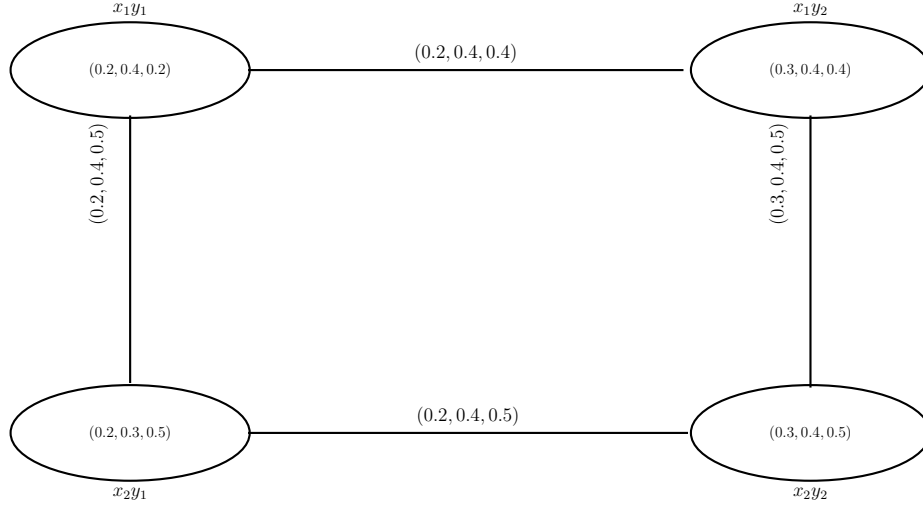
Açıkça $A \times B = \{(e_1, e_3), (e_1, e_4), (e_2, e_3), (e_2, e_4)\}$ dir ve

$\delta''(e_1, e_3) = \delta(e_1) \tilde{\otimes} \delta'(e_3)$, $\delta''(e_1, e_4) = \delta(e_1) \tilde{\otimes} \delta'(e_4)$, $\delta''(e_2, e_3) = \delta(e_2) \tilde{\otimes} \delta'(e_3)$ ve

$\delta''(e_2, e_4) = \delta(e_2) \tilde{\otimes} \delta'(e_4)$ olmak üzere \hat{G} ve \hat{G}' nün kartezyen çarpımı

$\hat{G} \hat{\otimes} \hat{G}' = (\delta'', A \hat{\times} B) = \{\delta''(e_1, e_3), \delta''(e_1, e_4), \delta''(e_2, e_3), \delta''(e_2, e_4)\}$ şeklinde elde edilir.

$\delta''(e_1, e_3) = \delta(e_1) \tilde{\otimes} \delta'(e_3)$ grafi aşağıdaki gibidir.



Şekil 4.8: $\delta''(e_1, e_3)$ sezgisel neutrosophic grafi

$\delta''(e_1, e_2)$, $\delta''(e_2, e_3)$ ve $\delta''(e_2, e_4)$ grafları da benzer şekilde çizilebilir.

Teorem 4.2.1 $\hat{G} = (G^*, \omega, \Psi, A)$ ve $\hat{G}' = (G'^*, \omega', \Psi', B)$ sırasıyla $G^* = (V_1, E_1)$ ve $G'^* = (V_2, E_2)$ basit grafları üzerinde iki sezgisel neutrosophic esnek graf olsun. $V = V_1 \times V_2$ ve $E = \{(xy_1, xy_2) \mid x \in V_1, y_1y_2 \in E_2\} \cup \{(x_1y, x_2y) \mid y \in V_2, x_1x_2 \in E_1\}$ olmak üzere $\hat{G} \hat{\otimes} \hat{G}'$ kartezyen çarpımı da $G^* \times G'^* = (V, E)$ üzerinde bir sezgisel neutrosophic esnek graftır.

İspat. $\hat{G} \hat{\otimes} \hat{G}' = (G^* \times G'^*, \omega'', \Psi'', A \times B)$ olarak verilsin.

Açıkça $\hat{G} \hat{\otimes} \hat{G}' = (V_1 \times V_2, E)$ basit graftır. $(\omega'', A \times B)$ 'nin $V = V_1 \times V_2$ üzerinde bir sezgisel neutrosophic esnek küme olduğu ve $(\Psi'', A \times B)$ 'nin $E = \{(xy_1, xy_2) \mid x \in V_1, y_1y_2 \in E_2\} \cup \{(x_1y, x_2y) \mid y \in V_2, x_1x_2 \in E_1\}$ üzerinde bir sezgisel neutrosophic esnek kümedir.

i) Her $(e_1, e_2) \in A \times B$ ve $(xy_1, xy_2) \in E$ için

$$\begin{aligned}
T_{\Psi''(e_1, e_2)}(xy_1, xy_2) &= \min\{T_{\omega(e_1)}(x), T_{\Psi'(e_2)}(y_1y_2)\} \\
&\leq \min\{T_{\omega(e_1)}(x), \min\{T_{\omega'(e_2)}(y_1), T_{\omega'(e_2)}(y_2)\}\} \\
&= \min\{\min\{T_{\omega(e_1)}(x), T_{\omega'(e_2)}(y_1)\}, \min\{T_{\omega(e_1)}(x), T_{\omega'(e_2)}(y_2)\}\} \\
&= \min\{T_{\omega''(e_1, e_2)}(x, y_1), T_{\omega''(e_1, e_2)}(x, y_2)\} \text{ dir.}
\end{aligned}$$

$$\text{Buradan } T_{\Psi''(e_1, e_2)}(xy_1, xy_2) \leq \min\{T_{\omega''(e_1, e_2)}(x, y_1), T_{\omega''(e_1, e_2)}(x, y_2)\}$$

$$\begin{aligned}
I_{\Psi''(e_1, e_2)}(xy_1, xy_2) &= \max\{I_{\omega(e_1)}(x), I_{\Psi'(e_2)}(y_1y_2)\} \\
&\geq \max\{I_{\omega(e_1)}(x), \max\{I_{\omega'(e_2)}(y_1), I_{\omega'(e_2)}(y_2)\}\} \\
&= \max\{\max\{I_{\omega(e_1)}(x), I_{\omega'(e_2)}(y_1)\}, \max\{I_{\omega(e_1)}(x), I_{K_2(e_2)}(y_2)\}\} \\
&= \max\{I_{\omega''(e_1, e_2)}(x, y_1), I_{\omega''(e_1, e_2)}(x, y_2)\} \text{ dir.}
\end{aligned}$$

$$\text{Buradan } I_{\Psi''(e_1, e_2)}(xy_1, xy_2) \geq \max\{I_{\omega''(e_1, e_2)}(x, y_1), I_{\omega''(e_1, e_2)}(x, y_2)\}$$

$$\begin{aligned}
F_{\Psi''(e_1, e_2)}(xy_1, xy_2) &= \max\{F_{\omega(e_1)}(x), F_{\Psi'(e_2)}(y_1y_2)\} \\
&\geq \max\{F_{\omega(e_1)}(x), \max\{F_{\omega'(e_2)}(y_1), F_{\omega'(e_2)}(y_2)\}\} \\
&= \max\{\max\{F_{\omega(e_1)}(x), F_{\omega'(e_2)}(y_1)\}, \max\{F_{\omega(e_1)}(x), F_{\omega'(e_2)}(y_2)\}\} \\
&= \max\{F_{\omega''(e_1, e_2)}(x, y_1), F_{\omega''(e_1, e_2)}(x, y_2)\} \text{ dir.}
\end{aligned}$$

$$\text{Buradan } F_{\Psi''(e_1, e_2)}(xy_1, xy_2) \geq \max\{F_{\omega''(e_1, e_2)}(x, y_1), F_{\omega''(e_1, e_2)}(x, y_2)\}$$

elde edilir.

ii) Her $(e_1, e_2) \in A \times B$ ve $(x_1y, x_2y) \in E$ için benzer şekilde

$$\begin{aligned}
T_{\Psi''(e_1, e_2)}(x_1y, x_2y) &\leq \min\{T_{\omega''(e_1, e_2)}(x_1, y), T_{\omega''(e_1, e_2)}(x_2, y)\} \\
I_{\Psi''(e_1, e_2)}(x_1y, x_2y) &\geq \max\{I_{\omega''(e_1, e_2)}(x_1, y), I_{\omega''(e_1, e_2)}(x_2, y)\} \\
F_{\Psi''(e_1, e_2)}(x_1y, x_2y) &\geq \max\{F_{\omega''(e_1, e_2)}(x_1, y), F_{\omega''(e_1, e_2)}(x_2, y)\}
\end{aligned}$$

eşitsizliklerinin sağlandığı açıktır.

Dolayısıyla her $(e_1, e_2) \in A \times B$ için $\delta''(e_1, e_2) = \{(\omega''(e_1, e_2), \Psi''(e_1, e_2))\}$ alt grafları, $G^* \times G'^* = (V, E)$ üzerinde sezgisel neutrosophic grafinin alt grafidir. Sonuç olarak $\hat{G} \hat{\otimes} \hat{G}' = (G^* \times G'^*, \omega'', \Psi'', A \times B)$ $G^* \times G'^* = (V, E)$ üzerinde bir sezgisel neutrosophic esnek graftır.

Tanım 4.2.4 $\hat{G} = (G^*, \omega, \Psi, A)$ ve $\hat{G}' = (G'^*, \omega', \Psi', B)$ sırasıyla $G^* = (V_1, E_1)$ ve $G_1^* = (V_2, E_2)$ basit grafları üzerinde iki sezgisel neutrosophic esnek graf olsun. \hat{G} ve \hat{G}' nün güçlü çarpımı $\hat{G} \hat{\otimes} \hat{G}' = (G^* \times G'^*, \omega'', \Psi'', A \times B)$ ile gösterilir. Burada $V = V_1 \times V_2$ ve $E = \{(xy_1, xy_2) \mid x \in V_1, y_1y_2 \in E_2\} \cup \{(x_1y, x_2y) \mid y \in V_2, x_1x_2 \in E_1\} \cup \{(x_1y_1, x_2y_2) \mid x_1x_2 \in E_1, y_1y_2 \in E_2, x_1 \neq x_2, y_1 \neq y_2\}$ olmak üzere $(\omega'', A \times B)$ V de ve $(\Psi'', A \times B)$ E de sezgisel neutrosophic esnek kümeler olup $\hat{G} \hat{\otimes} \hat{G}'$ nün kenralarının ve köşelerinin T , I ve F değerleri aşağıdaki gibi tanımlanır.

i. Her $(x_1, y_1) \in V_1 \times V_2$ ve her $(e_1, e_2) \in A \times B$ için

$$T_{\omega''(e_1, e_2)}(x_1, y_1) = \min\{T_{\omega(e_1)}(x_1), T_{\omega'(e_2)}(y_1)\}$$

$$I_{\omega''(e_1, e_2)}(x_1, y_1) = \max\{I_{\omega(e_1)}(x_1), I_{\omega'(e_2)}(y_1)\}$$

$$F_{\omega''(e_1, e_2)}(x_1, y_1) = \max\{F_{\omega(e_1)}(x_1), F_{\omega'(e_2)}(y_1)\}$$

ii. Her $x \in V_1$ ve her $y_1 y_2 \in E_2$ için

$$T_{\Psi''(e_1, e_2)}(xy_1, xy_2) = \min\{T_{\Psi(e_1)}(x), T_{\Psi'(e_2)}(y_1 y_2)\}$$

$$I_{\Psi''(e_1, e_2)}(xy_1, xy_2) = \max\{I_{\Psi(e_1)}(x), I_{\Psi'(e_2)}(y_1 y_2)\}$$

$$F_{\Psi''(e_1, e_2)}(xy_1, xy_2) = \max\{F_{\Psi(e_1)}(x), F_{\Psi'(e_2)}(y_1 y_2)\}$$

iii. Her $y \in V_2$ ve her $x_1 y_1 \in E_1$ için

$$T_{\Psi''(e_1, e_2)}(x_1 y, x_2 y) = \min\{T_{\Psi(e_1)}(x_1 x_2), T_{\Psi'(e_2)}(y)\}$$

$$I_{\Psi''(e_1, e_2)}(x_1 y, x_2 y) = \max\{I_{\Psi(e_1)}(x_1 x_2), I_{\Psi'(e_2)}(y)\}$$

$$F_{\Psi''(e_1, e_2)}(x_1 y, x_2 y) = \max\{F_{\Psi(e_1)}(x_1 x_2), F_{\Psi'(e_2)}(y)\}$$

iv. $x_1 \neq x_2$ ve $y_1 \neq y_2$ olmak üzere her $x_1 x_2 \in E_1$ ve her $y_1 y_2 \in E_2$ için

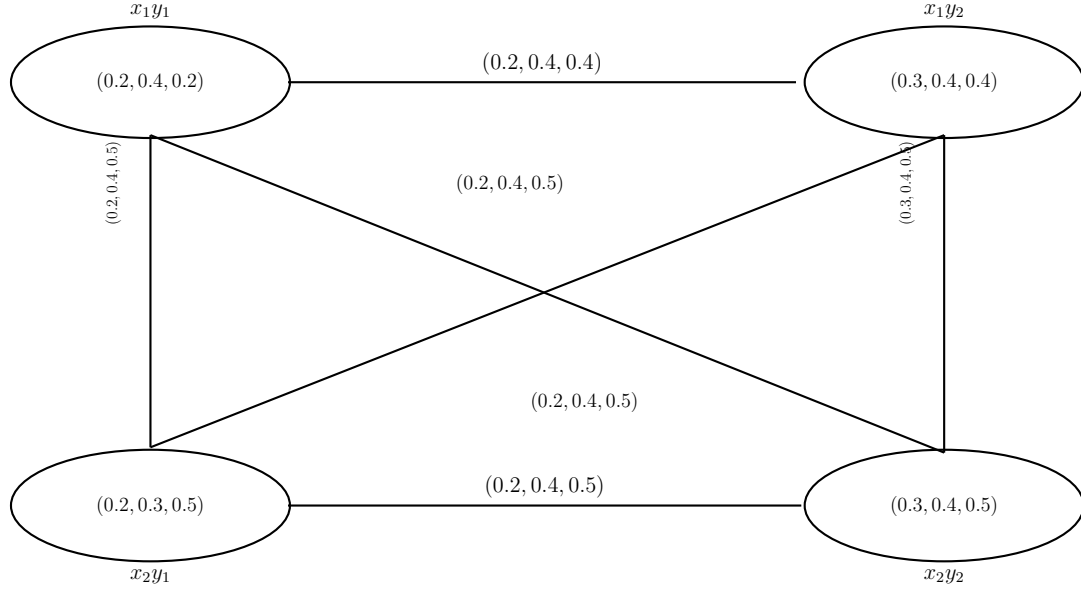
$$T_{\Psi''(e_1, e_2)}(x_1 y_1, x_2 y_2) = \min\{T_{\Psi(e_1)}(x_1 x_2), T_{\Psi'(e_2)}(y_1 y_2)\}$$

$$I_{\Psi''(e_1, e_2)}(x_1 y_1, x_2 y_2) = \max\{I_{\Psi(e_1)}(x_1 x_2), I_{\Psi'(e_2)}(y_1 y_2)\}$$

$$F_{\Psi''(e_1, e_2)}(x_1 y_1, x_2 y_2) = \max\{F_{\Psi(e_1)}(x_1 x_2), F_{\Psi'(e_2)}(y_1 y_2)\}$$

Örnek 4.2.4 \hat{G} ve \hat{G}' Örnek 4.2.3 de olduğu gibi ele alınsın.

Açıkça $A \times B = \{(e_1, e_3), (e_1, e_4), (e_2, e_3), (e_2, e_4)\}$ dir. $\delta''(e_1, e_3) = \delta(e_1) \tilde{\odot} \delta'(e_3)$, $\delta''(e_1, e_4) = \delta(e_1) \tilde{\odot} \delta'(e_4)$, $\delta''(e_2, e_3) = \delta(e_2) \tilde{\odot} \delta'(e_3)$, $\delta''(e_2, e_4) = \delta(e_2) \tilde{\odot} \delta'(e_4)$ olmak üzere $\hat{G} \hat{\odot} \hat{G}'$ güçlü çarpımı $\hat{G} \hat{\odot} \hat{G}' = \{\delta''(e_1, e_3), \delta''(e_1, e_4), \delta''(e_2, e_3), \delta''(e_2, e_4)\}$ şeklindedir.



Şekil 4.9: $\delta''(e_1, e_3)$ sezgisel neutrosophic grafi

Benzer şekilde $\delta''(e_1, e_2)$, $\delta''(e_2, e_3)$ ve $\delta''(e_2, e_4)$ sezgisel neutrosophic grafları da çizilebilir.

Örnek 4.2.5 $A = \{e_1, e_2\}$ ve $B = \{e_3, e_4\}$ birer parametre kümesi ve $V_1 = \{x_1, x_2, x_3\}$, $V_2 = \{y_1, y_2, y_3\}$, $E_1 = \{x_1x_2, x_2x_3, x_1x_3\}$, $E_2 = \{y_1y_2, y_2y_3, y_1y_3\}$ olsun. $\hat{G} = \{\delta(e_1), \delta(e_2)\}$ ve $\hat{G}' = \{\delta'(e_3), \delta'(e_4)\}$ sırasıyla $G^* = (V_1, E_1)$ ve $G'^* = (V_2, E_2)$ basit grafları üzerinde aşağıdaki gibi tanımlı sezgisel neutrosophic esnek graflar olsun.

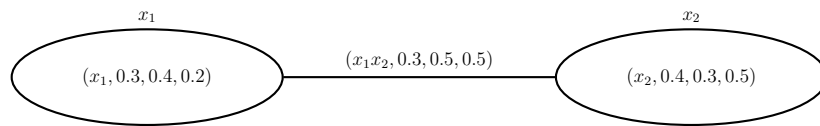
$$\delta(e_1) = \{(x_1, 0.3, 0.4, 0.2), (x_2, 0.4, 0.3, 0.5), (x_1x_2, 0.3, 0.5, 0.5)\}$$

$$\delta(e_2) = \{(x_1, 0.5, 0.1, 0.2), (x_2, 0.5, 0.4, 0.2), (x_3, 0.6, 0.4, 0.3), (x_1x_2, 0.5, 0.4, 0.2), \\ (x_2x_3, 0.5, 0.4, 0.3), (x_3x_1, 0.3, 0.5, 0.3)\}$$

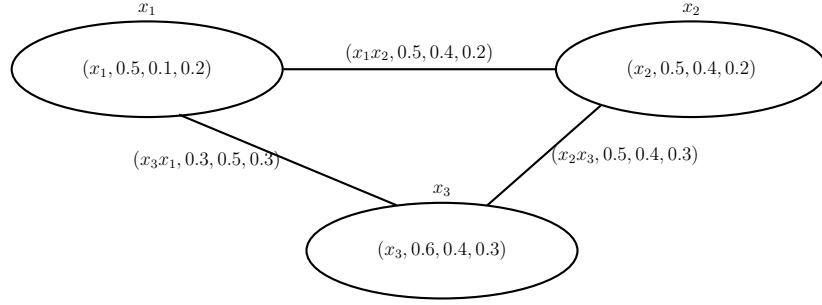
$$\delta(e_3) = \{(y_1, 0.2, 0.3, 0.1), (y_2, 0.3, 0.4, 0.4), (y_1y_2, 0.2, 0.4, 0.4)\}$$

$$\delta(e_4) = \{(y_1, 0.3, 0.4, 0.2), (y_2, 0.4, 0.5, 0.5), (y_3, 0.5, 0.4, 0.3), (y_1y_2, 0.3, 0.6, 0.5), \\ (y_2y_3, 0.4, 0.5, 0.5), (y_3y_1, 0.3, 0.4, 0.5)\}$$

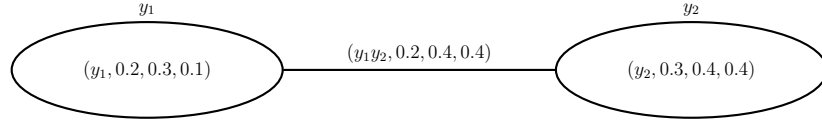
$\delta(e_1)$, $\delta(e_2)$, $\delta'(e_3)$ ve $\delta'(e_4)$ sezgisel neutrosophic grafları aşağıdaki gibidir.



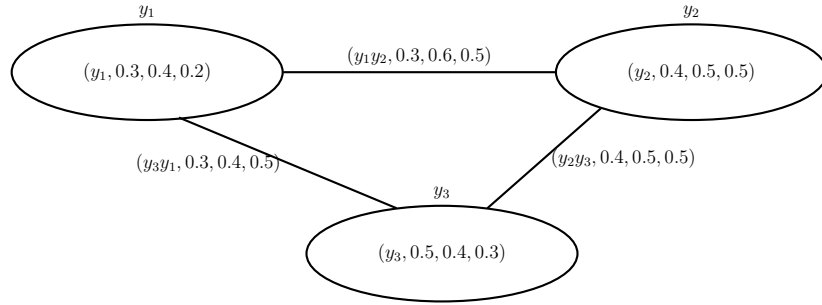
Şekil 4.10: $\delta(e_1)$ sezgisel neutrosophic grafi



Şekil 4.11: $\delta(e_2)$ sezgisel neutrosophic grafi



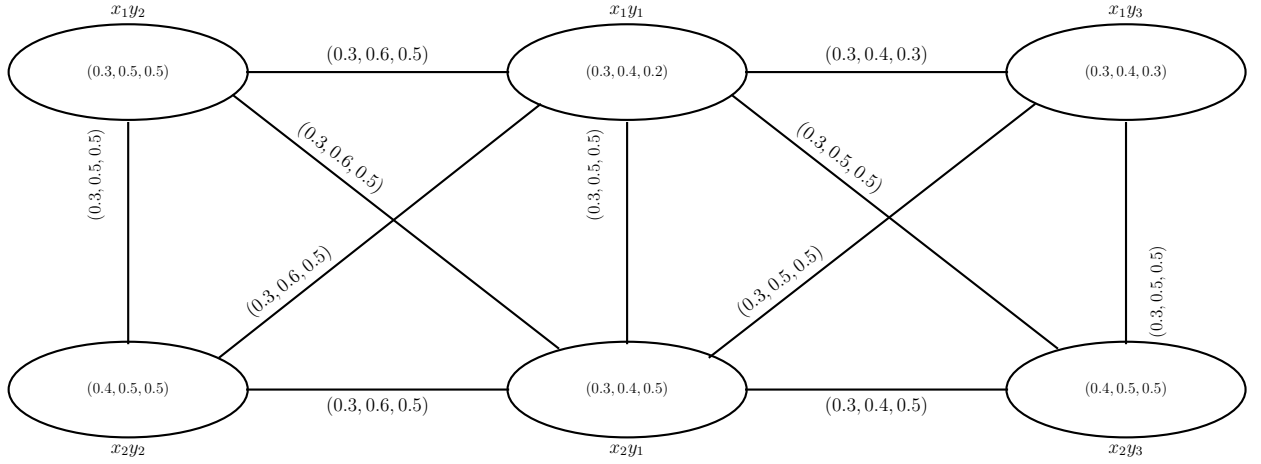
Şekil 4.12: $\delta'(e_3)$ sezgisel neutrosophic grafi



Şekil 4.13: $\delta'(e_4)$ sezgisel neutrosophic grafi

Açıkça $A \times B = \{(e_1, e_3), (e_1, e_4), (e_2, e_3), (e_2, e_4)\}$ dir. $\delta''(e_1, e_3) = \delta(e_1) \tilde{\odot} \delta'(e_3)$, $\delta''(e_1, e_4) = \delta(e_1) \tilde{\odot} \delta'(e_4)$, $\delta''(e_2, e_3) = \delta(e_2) \tilde{\odot} \delta'(e_3)$ ve $\delta''(e_2, e_4) = \delta(e_2) \tilde{\odot} \delta'(e_4)$ olmak üzere \hat{G} ve \hat{G}' nün güçlü çarpımı $\hat{G} \hat{\odot} \hat{G}' = (\delta'', A \times B) = \{\delta''(e_1, e_3), \delta''(e_1, e_4), \delta''(e_2, e_3), \delta''(e_2, e_4)\}$ şeklinde elde edilir.

$\delta''(e_1, e_4) = \delta(e_1) \hat{\odot} \delta'(e_4)$ aşağıdaki gibi karşımıza çıkar.



Şekil 4.14: $\delta''(e_1, e_4)$ sezgisel neutrosophic grafi

$\delta''(e_1, e_2)$, $\delta''(e_2, e_3)$ ve $\delta''(e_2, e_4)$ benzer şekilde çizilebilir.

Teorem 4.2.2 $\hat{G} = (G^*, \omega, \Psi, A)$ ve $\hat{G}' = (G'^*, \omega', \Psi', B)$ sırasıyla $G^* = (V_1, E_1)$ ve $G'^* = (V_2, E_2)$ basit grafları üzerinde birer sezgisel neutrosophic esnek graflar olsun. $V = V_1 \times V_2$ ve $E = \{(xy_1, xy_2) \mid x \in V_1, y_1y_2 \in E_2\} \cup \{(x_1y, x_2y) \mid y \in V_2, x_1x_2 \in E_1\} \cup \{(x_1y_1, x_2y_2) \mid x_1x_2 \in E_1, y_1y_2 \in E_2, x_1 \neq x_2, y_1 \neq y_2\}$ olmak üzere $\hat{G} \hat{\otimes} \hat{G}'$ güçlü çarpımı da $G^* \times G'^* = (V, E)$ üzerinde bir sezgisel neutrosophic esnek graftır.

İspat. $\hat{G} \hat{\otimes} \hat{G}' = (G^* \times G'^*, \omega'', \Psi'', A \times B)$ olsun. Her $x_1x_2 \in E_1$ ve her $y_1y_2 \in E_2$ için

$$\begin{aligned} T_{\Psi''(e_1, e_2)}(x_1y_1, x_2y_2) &= \min\{T_{\Psi(e_1)}(x_1x_2), T_{\Psi'(e_2)}(y_1y_2)\} \\ &\leq \min\{\min\{T_{\omega(e_1)}(x_1), T_{\omega(e_1)}(x_2)\}, \min\{T_{\omega'(e_2)}(y_1), T_{\omega'(e_2)}(y_2)\}\} \\ &= \min\{\min\{T_{\omega(e_1)}(x_1), T_{\omega'(e_2)}(y_1)\}, \min\{T_{\omega(e_1)}(x_2), T_{\omega'(e_2)}(y_2)\}\} \\ &= \min\{T_{\omega''(e_1, e_2)}(x_1, y_1), T_{\omega'(e_1, e_2)}(x_2y_2)\} \text{ dir.} \end{aligned}$$

$$\text{Burada } T_{\Psi''(e_1, e_2)}(x_1y_1, x_2y_2) \leq \min\{T_{\omega''(e_1, e_2)}(x_1, y_1), T_{\omega'(e_1, e_2)}(x_2y_2)\}$$

elde edilir.

$$\begin{aligned} I_{\Psi''(e_1, e_2)}(x_1y_1, x_2y_2) &= \max\{I_{\Psi(e_1)}(x_1x_2), I_{\Psi'(e_2)}(y_1y_2)\} \\ &\geq \max\{\max\{I_{\omega(e_1)}(x_1), I_{\omega(e_1)}(x_2)\}, \max\{I_{\omega'(e_2)}(y_1), I_{\omega'(e_2)}(y_2)\}\} \\ &= \max\{\max\{I_{\omega(e_1)}(x_1), I_{\omega'(e_2)}(y_1)\}, \max\{I_{\omega(e_1)}(x_2), I_{\omega'(e_2)}(y_2)\}\} \\ &= \max\{I_{\omega''(e_1, e_2)}(x_1, y_1), I_{\omega'(e_1, e_2)}(x_2y_2)\} \text{ dir.} \end{aligned}$$

$$\text{Burada } I_{\Psi''(e_1, e_2)}(x_1y_1, x_2y_2) \geq \max\{I_{\omega''(e_1, e_2)}(x_1, y_1), I_{\omega'(e_1, e_2)}(x_2y_2)\}$$

elde edilir.

$$\begin{aligned}
F_{\Psi''(e_1, e_2)}(x_1 y_1, x_2 y_2) &= \max\{F_{\Psi(e_1)}(x_1 x_2), F_{\Psi'(e_2)}(y_1 y_2)\} \\
&\geq \max\{\max\{F_{\omega(e_1)}(x_1), F_{\omega(e_1)}(x_2)\}, \max\{F_{\omega'(e_2)}(y_1), F_{\omega'(e_2)}(y_2)\}\} \\
&= \max\{\max\{F_{\omega(e_1)}(x_1), F_{\omega'(e_2)}(y_1)\}, \max\{F_{\omega(e_1)}(x_2), F_{\omega'(e_2)}(y_2)\}\} \\
&= \max\{F_{\omega''(e_1, e_2)}(x_1, y_1), F_{\omega'(e_1, e_2)}(x_2 y_2)\}'dir.
\end{aligned}$$

Burada $F_{\Psi''(e_1, e_2)}(x_1 y_1, x_2 y_2) \geq \max\{F_{\omega''(e_1, e_2)}(x_1, y_1), F_{\omega'(e_1, e_2)}(x_2 y_2)\}$ elde edilir.

Sonuç olarak $\hat{G} \hat{\circ} \hat{G}' = (G''^*, \omega'', \Psi'', A \times B)$ $G^* \times G'^* = (V, E)$ basit grafi üzerinde bir sezgisel neutrosophic esnek graftır.

Tanım 4.2.5 $\hat{G} = (G^*, \omega, \Psi, A)$ ve $\hat{G}' = (G'^*, \omega', \Psi', B)$ sırasıyla $G^* = (V_1, E_1)$ ve $G'^* = (V_2, E_2)$ basit grafları üzerinde iki sezgisel neutrosophic esnek graf olsun. \hat{G} ve \hat{G}' nün bileşkesi $\hat{G} \hat{\circ} \hat{G}' = (G^* \times G'^*, \omega'', \Psi'', A \times B)$ ile gösterilir. Burada $V = V_1 \times V_2$ ve $E = \{(xy_1, xy_2) \mid x \in V_1, y_1 y_2 \in E_2\} \cup \{(x_1 y, x_2 y) \mid y \in V_2, x_1 x_2 \in E_1\} \cup \{(x_1 y_1, x_2 y_2) \mid x_1 x_2 \in E_1, y_1 \neq y_2\}$ olmak üzere $(\omega'', A \times B)$, V de ve $(\Psi'', A \times B)$, E de sezgisel neutrosophic esnek kümeler olup $\hat{G} \hat{\circ} \hat{G}'$ nün kenarlarını ve köşelerinin T , I ve F değerleri aşağıdaki gibi tanımlanır.

i. Her $(x_1, y_1) \in V_1 \times V_2$ ve her $(e_1, e_2) \in A \times B$ için

$$\begin{aligned}
T_{\omega''(e_1, e_2)}(x_1, y_1) &= \min\{T_{\omega(e_1)}(x_1), T_{\omega'(e_2)}(y_1)\} \\
I_{\omega''(e_1, e_2)}(x_1, y_1) &= \max\{I_{\omega(e_1)}(x_1), I_{\omega'(e_2)}(y_1)\} \\
F_{\omega''(e_1, e_2)}(x_1, y_1) &= \max\{F_{\omega(e_1)}(x_1), F_{\omega'(e_2)}(y_1)\}
\end{aligned}$$

ii. Her $x \in V_1$ ve her $y_1 y_2 \in E_2$ için

$$\begin{aligned}
T_{\Psi''(e_1, e_2)}(xy_1, xy_2) &= \min\{T_{\Psi(e_1)}(x), T_{\Psi'(e_2)}(y_1 y_2)\} \\
I_{\Psi''(e_1, e_2)}(xy_1, xy_2) &= \max\{I_{\Psi(e_1)}(x), I_{\Psi'(e_2)}(y_1 y_2)\} \\
F_{\Psi''(e_1, e_2)}(xy_1, xy_2) &= \max\{F_{\Psi(e_1)}(x), F_{\Psi'(e_2)}(y_1 y_2)\}
\end{aligned}$$

iii. Her $y \in V_2$ ve her $x_1 x_2 \in E_1$ için

$$\begin{aligned}
T_{\Psi''(e_1, e_2)}(x_1 y, x_2 y) &= \min\{T_{\Psi(e_1)}(x_1 x_2), T_{\omega'(e_2)}(y)\} \\
I_{\Psi''(e_1, e_2)}(x_1 y, x_2 y) &= \max\{I_{\Psi(e_1)}(x_1 x_2), I_{\omega'(e_2)}(y)\} \\
F_{\Psi''(e_1, e_2)}(x_1 y, x_2 y) &= \max\{F_{\Psi(e_1)}(x_1 x_2), F_{\omega'(e_2)}(y)\}
\end{aligned}$$

iv. $y_1 \neq y_2$ olmak üzere her $x_1x_2 \in E_1$ için

$$T_{\Psi''(e_1,e_2)}(x_1x_2, y_1y_2) = \min\{T_{\Psi(e_1)}(x_1x_2), T_{\omega'(e_2)}(y_1), T_{\omega'(e_2)}(y_2)\}$$

$$I_{\Psi''(e_1,e_2)}(x_1x_2, y_1y_2) = \max\{I_{\Psi(e_1)}(x_1x_2), I_{\omega'(e_2)}(y_1), I_{\omega'(e_2)}(y_2)\}$$

$$F_{\Psi''(e_1,e_2)}(x_1x_2, y_1y_2) = \max\{F_{\Psi(e_1)}(x_1x_2), F_{\omega'(e_2)}(y_1), F_{\omega'(e_2)}(y_2)\}$$

Örnek 4.2.6 $V_1 = \{x_1, x_2, x_3\}$, $V_2 = \{y_1, y_2, y_3\}$, $E_1 = \{x_1x_2, x_2x_3, x_1x_3\}$ ve $E_2 = \{y_1y_2, y_2y_3, y_1y_3\}$ olsun. $A = \{e_1, e_2\}$ ve $B = \{e_3, e_4\}$ birer parametre kümesi olarak verilsin. $\hat{G} = \{\delta(e_1), \delta(e_2)\}$ ve $\hat{G}' = \{\delta'(e_3), \delta'(e_4)\}$ sırasıyla $G^* = (V_1, E_1)$ ve $G'^* = (V_2, E_2)$ basit grafları üzerinde aşağıdaki gibi tanımlı sezgisel neutrosophic esnek graflar olsun.

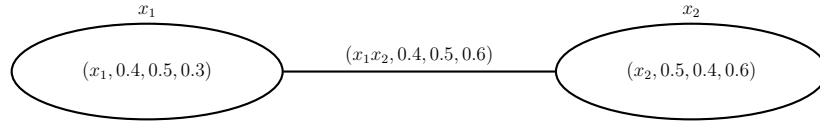
$$\delta(e_1) = \{(x_1, 0.4, 0.5, 0.3), (x_2, 0.5, 0.4, 0.6) (x_1x_2, 0.4, 0.5, 0.6)\}$$

$$\delta(e_2) = \{(x_1, 0.6, 0.2, 0.3), (x_2, 0.6, 0.5, 0.3), (x_3, 0.7, 0.5, 0.4), (x_1x_2, 0.6, 0.5, 0.3), \\ (x_2x_3, 0.6, 0.5, 0.4), (x_3x_1, 0.4, 0.6, 0.4)\}$$

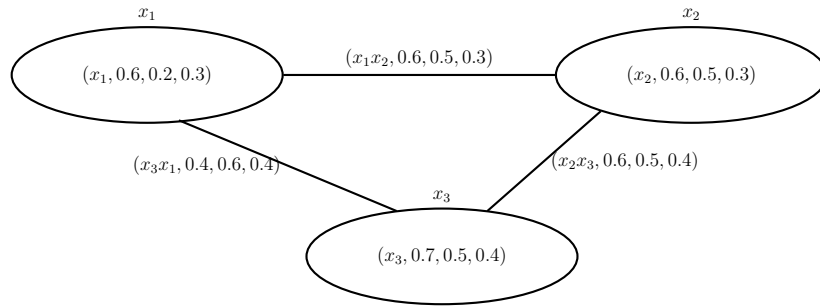
$$\delta(e_3) = \{(y_1, 0.3, 0.4, 0.2), (y_2, 0.4, 0.5, 0.5), (y_1y_2, 0.3, 0.5, 0.5)\}$$

$$\delta(e_4) = \{(y_1, 0.4, 0.5, 0.3), (y_2, 0.5, 0.6, 0.5), (y_3, 0.6, 0.5, 0.4), (y_1y_2, 0.4, 0.6, 0.5), \\ (y_2y_3, 0.5, 0.5, 0.5), (y_3y_1, 0.4, 0.5, 0.4)\}$$

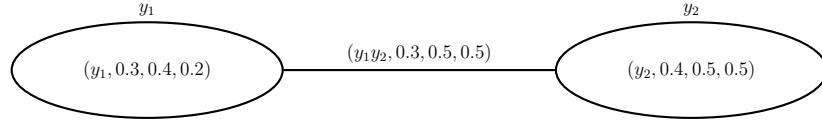
$\delta(e_1), \delta(e_2), \delta'(e_3)$ ve $\delta'(e_4)$ sezgisel neutrosophic grafları aşağıdaki gibidir.



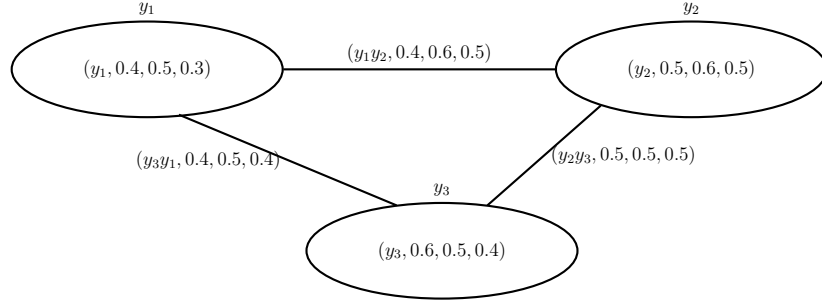
Şekil 4.15: $\delta(e_1)$ sezgisel neutrosophic grafi



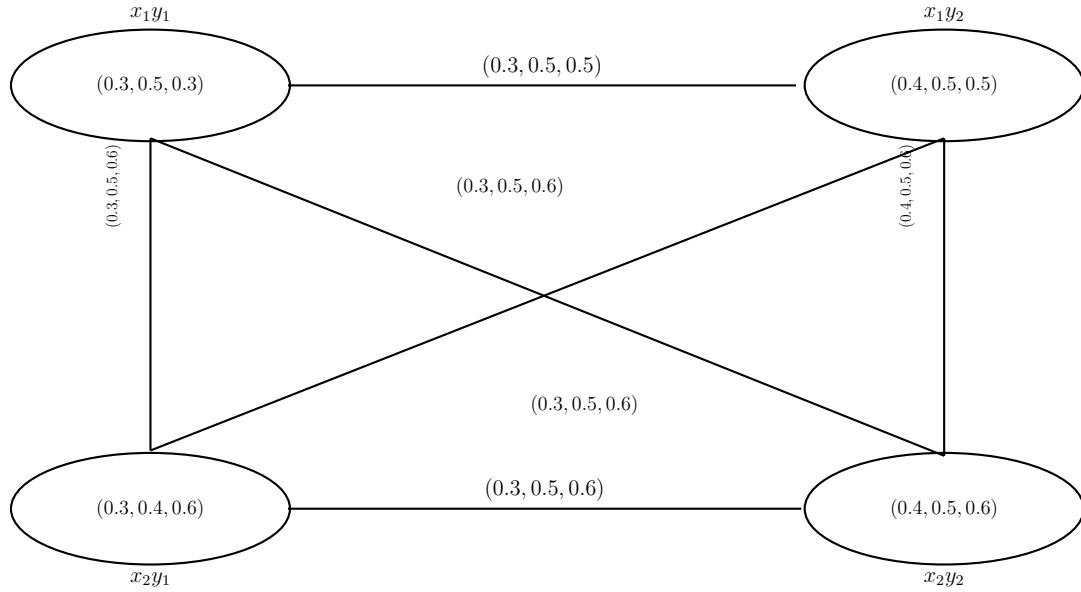
Şekil 4.16: $\delta(e_2)$ sezgisel neutrosophic grafi



Şekil 4.17: $\delta'(e_3)$ sezgisel neutrosophic grafi



Şekil 4.18: $\delta'(e_4)$ sezgisel neutrosophic grafi



Şekil 4.19: $\delta''(e_1, e_3)$ sezgisel neutrosophic grafi

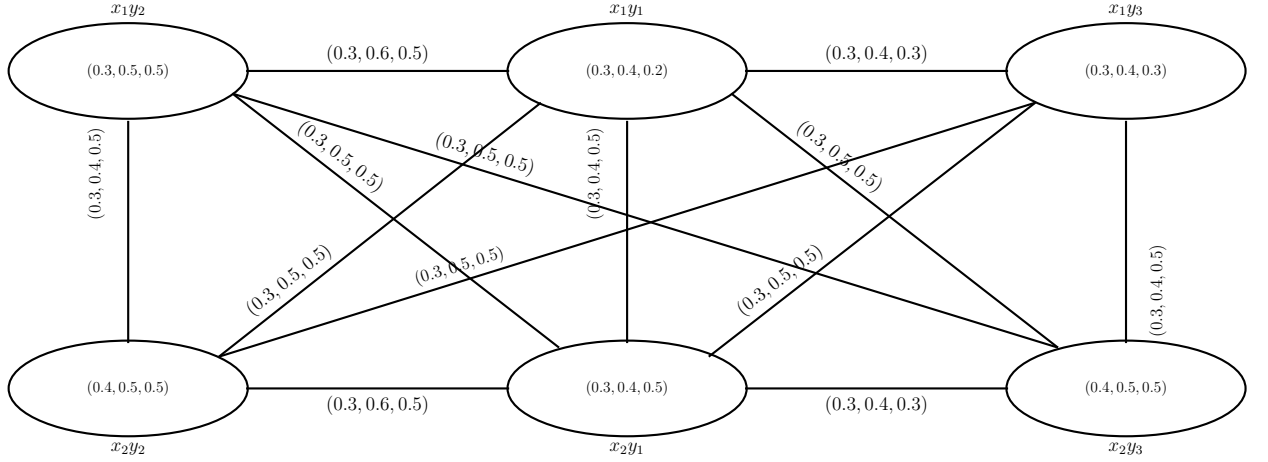
Benzer şekilde $\delta''(e_1, e_2)$, $\delta''(e_2, e_3)$ ve $\delta''(e_2, e_4)$ sezgisel neutrosophic grafları da çizilebilir.

Dolayısıyla $\hat{G}'' = \hat{G} \hat{\circ} \hat{G}' = \{\delta''(e_1, e_3), \delta''(e_1, e_4), \delta''(e_2, e_3), \delta''(e_2, e_4)\}$ bir sezgisel neutrosophic esnek graftır.

Örnek 4.2.7 \hat{G} ve \hat{G}' örnek 4.2.5 de olduğu gibi alınsın.

Açıkça $A \times B = \{(e_1, e_3), (e_1, e_4), (e_2, e_3), (e_2, e_4)\}$ 'dir. $\delta''(e_1, e_3) = \delta(e_1) \tilde{\circ} \delta'(e_3)$,

$\delta''(e_1, e_4) = \delta(e_1) \tilde{\odot} \delta'(e_4)$, $\delta''(e_2, e_3) = \delta(e_2) \tilde{\odot} \delta'(e_3)$ ve $\delta''(e_2, e_4) = \delta(e_2) \tilde{\odot} \delta'(e_4)$ olmak üzere $\hat{G} \hat{\odot} \hat{G}'$ bileşkesi $\hat{G} \hat{\odot} \hat{G}' = \{\delta''(e_1, e_3), \delta''(e_1, e_4), \delta''(e_2, e_3), \delta''(e_2, e_4)\}$ şeklindedir.



Şekil 4.20: $\delta''(e_1, e_4)$ sezgisel neutrosophic grafi

$\delta''(e_1, e_3)$, $\delta''(e_2, e_3)$ ve $\delta''(e_2, e_4)$ grafları da benzer şekilde çizilebilir.

Teorem 4.2.3 $\hat{G} = (G^*, \omega, \Psi, A)$ ve $\hat{G}' = (G'^*, \omega', \Psi', B)$ sırasıyla $G^* = (V_1, E_1)$ ve $G_1^* = (V_2, E_2)$ basit grafları üzerinde birer sezgisel neutrosophic esnek graf olsun. $V = V_1 \times V_2$ ve $E = \{(xy_1, xy_2) \mid x \in V_1, y_1y_2 \in E_2\} \cup \{(x_1y, x_2y) \mid y \in V_2, x_1x_2 \in E_1\} \cup \{(x_1y_1, x_2y_2) \mid x_1x_2 \in E_1, y_1 \neq y_2\}$ olmak üzere $\hat{G} \hat{\odot} \hat{G}'$ bileşkesi de $G^* \times G'^* = (V, E)$ basit grafi üzerinde bir sezgisel neutrosophic esnek graftır.

İspat. Teorem 4.2.2 ye benzer şekilde ispatlanabilir.

Tanım 4.2.6 $\hat{G} = (G^*, \omega, \Psi, A)$ ve $\hat{G}' = (G'^*, \omega', \Psi', B)$ $G^* = (V, E)$ üzerinde birer sezgisel neutrosophic esnek graf olarak verilsin. \hat{G} ve \hat{G}' nün genişletilmiş birleşimi $\hat{G} \hat{\cup} \hat{G}' = (G''^*, \omega'', \Psi'', A \cup B)$ şeklinde gösterilir. $\hat{G} \hat{\cup} \hat{G}'$ nün kenarlarının ve köşelerinin T , I ve F değerleri her $e \in A \cup B$ ve $xy \in E$ için aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$T_{\omega''(e)}(x) = \begin{cases} T_{\omega(e)}(x) & e \in A \setminus B \\ T_{\omega'(e)}(x) & e \in B \setminus A \\ \max\{T_{\omega(e)}(x), T_{\omega'(e)}(x)\} & e \in A \cap B \end{cases}$$

$$I_{K(e)}(x) = \begin{cases} I_{\omega(e)}(x) & e \in A \setminus B \\ I_{\omega'(e)}(x) & e \in B \setminus A \\ \min\{I_{\omega(e)}(x), I_{\omega'(e)}(x)\} & e \in A \cap B \end{cases}$$

$$F_{\omega''(e)}(x) = \begin{cases} F_{\omega(e)}(x) & e \in A \setminus B \\ F_{\omega'(e)}(x) & e \in B \setminus A \\ \min\{F_{\omega(e)}(x), F_{\omega'(e)}(x)\} & e \in A \cap B \end{cases}$$

$$T_{\Psi''(e)}(xy) = \begin{cases} T_{\Psi(e)}(xy) & e \in A \setminus B \\ T_{\Psi'(e)}(xy) & e \in B \setminus A \\ \max\{T_{\Psi(e)}(xy), T_{\Psi'(e)}(xy)\} & e \in A \cap B \end{cases}$$

$$I_{\Psi''(e)}(xy) = \begin{cases} I_{\Psi(e)}(xy) & e \in A \setminus B \\ I_{\Psi'(e)}(xy) & e \in B \setminus A \\ \min\{I_{\Psi(e)}(xy), I_{\Psi'(e)}(xy)\} & e \in A \cap B \end{cases}$$

$$F_{\Psi''(e)}(xy) = \begin{cases} F_{\Psi(e)}(xy) & e \in A \setminus B \\ F_{\Psi'(e)}(xy) & e \in B \setminus A \\ \min\{F_{\Psi(e)}(xy), F_{\Psi'(e)}(xy)\} & e \in A \cap B \end{cases}$$

Örnek 4.2.8 $V = \{x_1, x_2, x_3, x_4\}$ ve $E = \{x_1x_2, x_1x_3, x_1x_4, x_2x_3, x_2x_4, x_3x_4\}$ olmak üzere $G^* = (V, E)$ basit grafinı göz önüne alalım. $A = \{e_1, e_2\}$ ve $B = \{e_2, e_3\}$ birer parametre kümeleri olsun. $\hat{G} = \{\delta(e_1), \delta(e_2)\}$ ve $\hat{G}' = \{\delta'(e_2), \delta'(e_3)\}$ sezgisel neutrosophic esnek grafları aşağıdaki gibi verilsin.

$$\delta(e_1) = ((x_1, 0.3, 0.0, 0.4), (x_2, 0.2, 0.3, 0.4), (x_3, 0.1, 0.2, 0.0),$$

$$(x_1x_2, 0.1, 0.5, 0.7), (x_1x_3, 0.0, 1.0, 1.0), (x_2x_3, 0.1, 0.5, 0.5))$$

$$\delta(e_2) = ((x_1, 0.3, 0.3, 0.6), (x_2, 0.2, 0.4, 0.5), (x_3, 0.4, 0.5, 0.3), (x_4, 0.5, 0.5, 0.4),$$

$$((x_1x_2, 0.0, 1.0, 1.0), (x_2x_3, 0.2, 0.4, 0.5), (x_3x_4, 0.0, 1.0, 1.0),$$

$$(x_1x_4, 0.2, 0.5, 0.8, (x_1x_3, 0.0, 1.0, 1.0), (x_2x_4, 0.0, 1.0, 1.0))$$

$$\delta'(e_2) = ((x_1, 0.6, 0.0, 0.0), (x_2, 0.3, 0.5, 1.0), (x_3, 0.5, 0.0, 1.0), (x_4, 0.5, 0.4, 0.6),$$

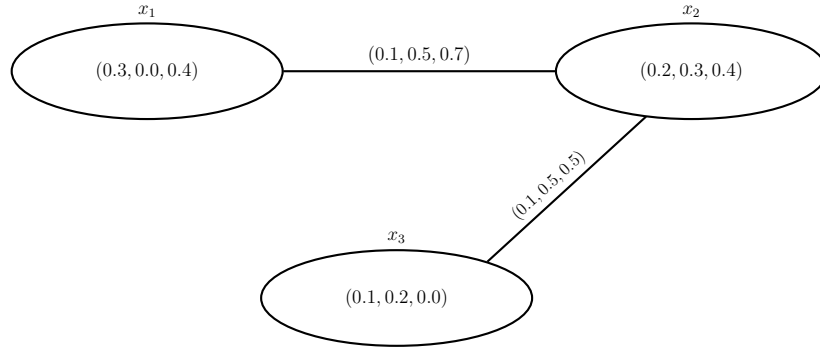
$$((x_1x_2, 0.3, 0.5, 1.0), (x_2x_3, 0.0, 1.0, 1.0), (x_3x_4, 0.5, 0.4, 1.0),$$

$$(x_1x_4, 0.0, 1.0, 1.0), (x_1x_3, 0.0, 1.0, 1.0), (x_2x_4, 0.0, 1.0, 1.0))$$

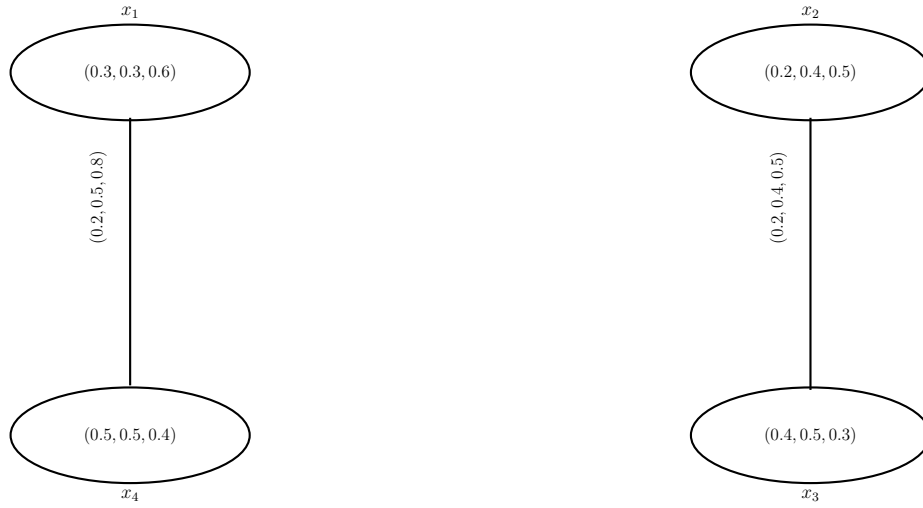
$$\delta'(e_3) = ((x_1, 0.2, 0.5, 0.4), (x_2, 0.1, 0.5, 0.4), (x_3, 0.1, 0.5, 0.4),$$

$$(x_1x_2, 0.1, 0.5, 0.4), (x_2x_3, 0.1, 0.5, 0.4), (x_1x_3, 0.1, 0.5, 0.4))$$

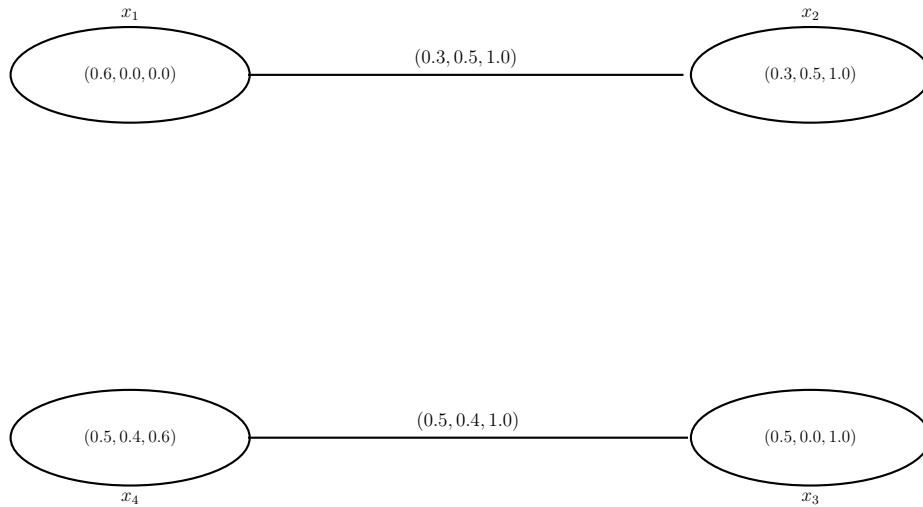
δ ve δ' alt grafları her bir parametre için aşağıdaki gibidir.



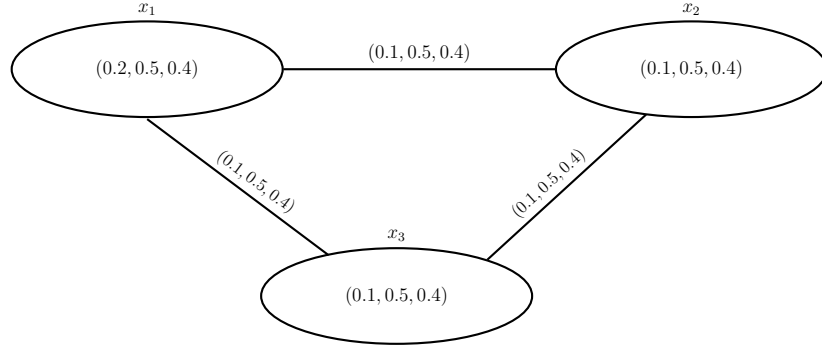
Şekil 4.21: $\delta(e_1)$ sezgisel neutrosophic grafi



Şekil 4.22: $\delta(e_2)$ sezgisel neutrosophic grafi

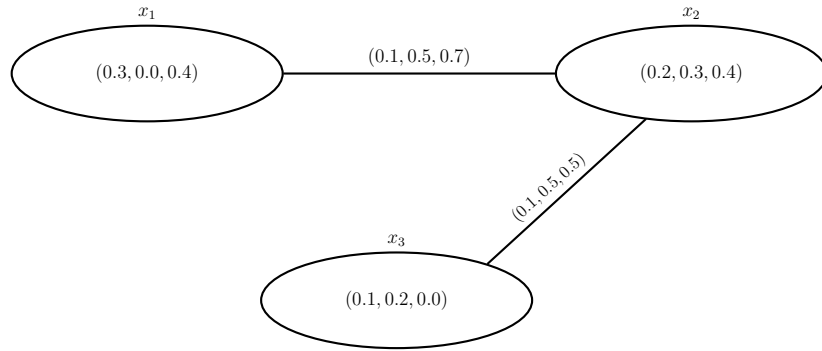


Şekil 4.23: $\delta'(e_2)$ sezgisel neutrosophic grafi

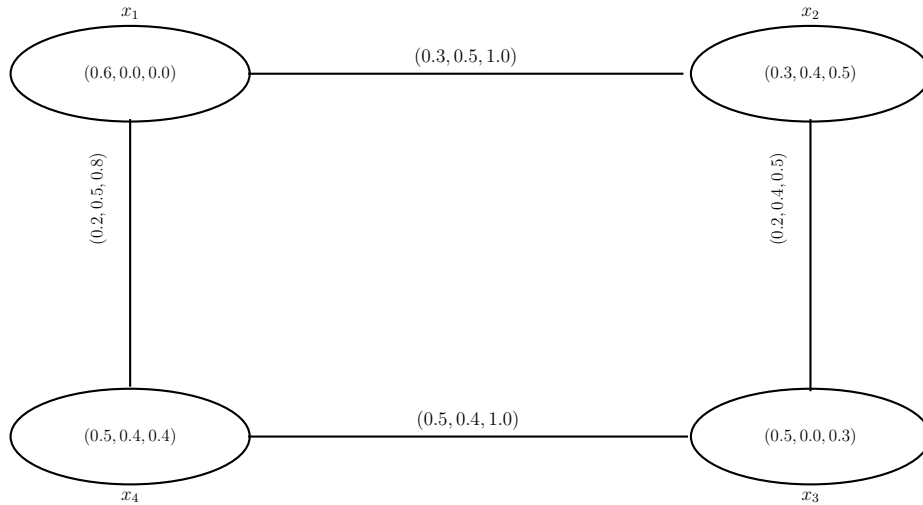


Şekil 4.24: $\delta'(e_3)$ sezgisel neutrosophic grafi

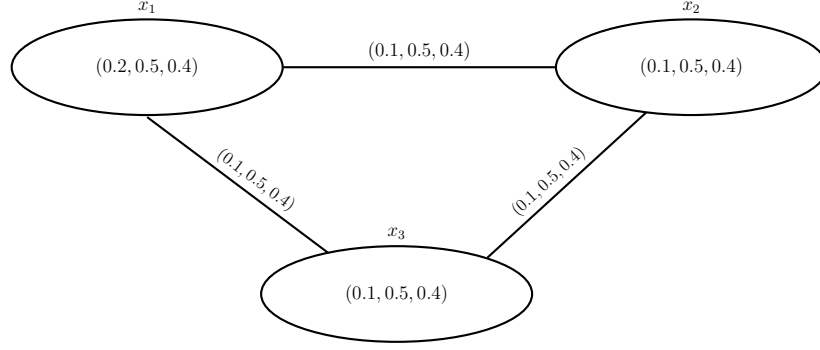
Açıkça $A \cup B = \{e_1, e_2, e_3\}$ dir ve $\delta''(e_1) = \delta(e_1)$, $\delta''(e_2) = \delta(e_2) \tilde{\cup} \delta'(e_2)$, $\delta''(e_3) = \delta'(e_3)$ olmak üzere \hat{G} ve \hat{G}' nün genişletilmiş birleşimi $\hat{G} \tilde{\cup} \hat{G}' = \{\delta''(e_1), \delta''(e_2), \delta''(e_3)\}$ şeklinde elde edilir.



Şekil 4.25: $\delta''(e_1)$ sezgisel neutrosophic grafi



Şekil 4.26: $\delta''(e_2)$ sezgisel neutrosophic grafi



Şekil 4.27: $\delta''(e_3)$ sezgisel neutrosophic grafi

Teorem 4.2.4 $\hat{G} = (G^*, \omega, \Psi, A)$ ve $\hat{G}' = (G^*, \omega', \Psi', B)$, $G^* = (V, E)$ üzerinde birer sezgisel neutrosophic esnek graf olsun. Bu takdirde $\hat{G} \hat{\cup} \hat{G}'$ de $G^* = (V, E)$ da bir sezgisel neutrosophic esnek graftır.

İspat. $\hat{G} \hat{\cup} \hat{G}' = (G^*, \omega'', \Psi'', A \cup B)$ olsun. Her $e \in A \cup B$ ve $xy \in E$ için,

1. Durum: $e \in A \setminus B$ ve $xy \in E$ olduğunu kabul edelim.

$$T_{\Psi''(e)}(xy) = T_{\Psi(e)}(xy) \leq \min\{T_{\omega(e)}(x), T_{\omega(e)}(y)\} = \min\{T_{\omega''(e)}(x), T_{\omega''(e)}(y)\}$$

Buradan $T_{\Psi''(e)}(xy) \leq \min\{T_{\omega''(e)}(x), T_{\omega''(e)}(y)\}$ olur.

$$I_{\Psi''(e)}(xy) = I_{\Psi(e)}(xy) \geq \max\{I_{\omega(e)}(x), I_{\omega(e)}(y)\} = \max\{I_{\omega''(e)}(x), I_{\omega''(e)}(y)\}$$

Buradan $I_{\Psi''(e)}(xy) \geq \max\{I_{\omega''(e)}(x), I_{\omega''(e)}(y)\}$ dir.

$$F_{\Psi''(e)}(xy) = F_{\Psi(e)}(xy) \geq \max\{F_{\omega(e)}(x), F_{\omega(e)}(y)\} = \max\{F_{\omega''(e)}(x), F_{\omega''(e)}(y)\}$$

Buradan $F_{\Psi''(e)}(xy) \geq \max\{F_{\omega''(e)}(x), F_{\omega''(e)}(y)\}$ dir.

2. Durum: $e \in B \setminus A$ ve $xy \in E$ olduğunu kabul edelim.

$$T_{\Psi''(e)}(xy) = T_{\Psi'(e)}(xy) \leq \min\{T_{\omega'(e)}(x), T_{\omega'(e)}(y)\} = \min\{T_{\omega''(e)}(x), T_{\omega''(e)}(y)\}$$

Buradan $T_{\Psi''(e)}(xy) \leq \min\{T_{\omega''(e)}(x), T_{\omega''(e)}(y)\}$ 'dir.

$$I_{\Psi''(e)}(xy) = I_{\Psi'(e)}(xy) \geq \max\{I_{\omega'(e)}(x), I_{\omega'(e)}(y)\} = \max\{I_{\omega''(e)}(x), I_{\omega''(e)}(y)\}$$

Buna göre $I_{\Psi''(e)}(xy) \geq \max\{I_{\omega''(e)}(x), I_{\omega''(e)}(y)\}$ olur.

$$F_{\Psi''(e)}(xy) = F_{\Psi'(e)}(xy) \geq \max\{F_{\omega'(e)}(x), F_{\omega'(e)}(y)\} = \max\{F_{\omega''(e)}(x), F_{\omega''(e)}(y)\}$$

Buna göre $F_{\Psi''(e)}(xy) \geq \max\{F_{\omega''(e)}(x), F_{\omega''(e)}(y)\}$ olur.

3. Durum: $e \in A \cap B$ ve $xy \in E$ olduğunu kabul edelim.

$$\begin{aligned} T_{\Psi''(e)}(xy) &= \max\{T_{\Psi(e)}(xy), T_{\Psi'(e)}(xy)\} \\ &\leq \max\{\min\{T_{\omega(e)}(x), T_{\omega(e)}(y)\}, \min\{T_{\omega'(e)}(x), T_{\omega'(e)}(y)\}\} \\ &\leq \min\{\max\{T_{\omega(e)}(x), T_{\omega'(e)}(x)\}, \max\{T_{\omega(e)}(y), T_{\omega'(e)}(y)\}\} \end{aligned}$$

Buradan $T_{\Psi''(e)}(xy) \leq \min\{T_{\omega''(e)}(x), T_{\omega''(e)}(y)\}$ dir.

$$\begin{aligned} I_{\Psi''(e)}(xy) &= \min\{I_{\Psi(e)}(xy), I_{\Psi'(e)}(xy)\} \\ &\geq \min\{\max\{I_{\omega(e)}(x), I_{\omega(e)}(y)\}, \max\{I_{\omega'(e)}(x), I_{\omega'(e)}(y)\}\} \\ &\geq \max\{\min\{I_{\omega(e)}(x), I_{\omega'(e)}(x)\}, \min\{I_{\omega(e)}(y), I_{\omega'(e)}(y)\}\} \end{aligned}$$

Buradan $I_{\Psi''(e)}(xy) \geq \max\{I_{\omega''(e)}(x), I_{\omega''(e)}(y)\}$ dir.

$$\begin{aligned} F_{\Psi''(e)}(xy) &= \min\{F_{\Psi(e)}(xy), F_{\Psi'(e)}(xy)\} \\ &\geq \min\{\max\{F_{\omega(e)}(x), F_{\omega(e)}(y)\}, \max\{F_{\omega'(e)}(x), F_{\omega'(e)}(y)\}\} \\ &\geq \max\{\min\{F_{\omega(e)}(x), F_{\omega'(e)}(x)\}, \min\{F_{\omega(e)}(y), F_{\omega'(e)}(y)\}\} \end{aligned}$$

Buradan $F_{\Psi''(e)}(xy) \geq \max\{F_{\omega''(e)}(x), F_{\omega''(e)}(y)\}$ dir.

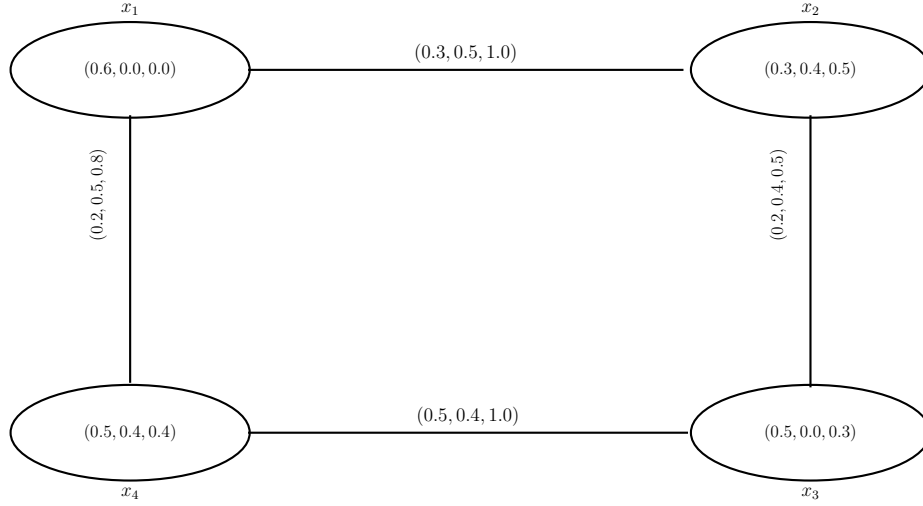
Dolayısıyla $\hat{G} \hat{\sqcup} \hat{G}' = (G^*, \omega'', \Psi'', A \cup B)$ $G^* = (V, E)$ üzerinde sezgisel neutrosophic esnek graftır.

Tanım 4.2.7 $\hat{G} = (G^*, \omega, \Psi, A)$ ve $\hat{G}' = (G^*, \omega', \Psi', B)$, $G^* = (V, E)$ da birer sezgisel neutrosophic esnek graf olsun. \hat{G} ve \hat{G}' nün daraltılmış birleşimi $\hat{G} \hat{\sqcap} \hat{G}' = (G^*, \omega'', \Psi'', A \cap B)$ şeklinde gösterilir. $\hat{G} \hat{\sqcap} \hat{G}'$ nin kenarlarının ve köşelerinin T , I ve F değerleri her $e \in A \cap B$ ve $x \in V$ için aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$\begin{aligned} \text{i. } T_{\omega''(e)}(x) &= \max\{T_{\omega(e)}(x), T_{\omega'(e)}(x)\} \\ I_{\omega''(e)}(x) &= \min\{I_{\omega(e)}(x), I_{\omega'(e)}(x)\} \\ F_{\omega''(e)}(x) &= \min\{F_{\omega(e)}(x), F_{\omega'(e)}(x)\} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{ii. } T_{\Psi''(e)}(xy) &= \max\{T_{\Psi(e)}(xy), T_{\Psi'(e)}(xy)\} \\
I_{\Psi''(e)}(xy) &= \min\{I_{\Psi(e)}(xy), I_{\Psi'(e)}(xy)\} \\
F_{\Psi''(e)}(xy) &= \min\{F_{\Psi(e)}(xy), F_{\Psi'(e)}(xy)\}
\end{aligned}$$

Örnek 4.2.9 Örnek 4.2.8 i ele alalım. Açıkça $A \cap B = \{e_2\}$ olur ve $\delta''(e_2) = \delta(e_2) \tilde{\cup} \delta'(e_2)$ olmak üzere \hat{G} ve \hat{G}' nün daraltılmış birleşimi $\hat{G} \hat{\sqcup} \hat{G}' = \{\delta''(e_2)\}$ şeklinde elde edilir.



Şekil 4.28: $\delta''(e_2)$ sezgisel neutrosophic grafi

Teorem 4.2.5 $\hat{G} = (G^*, \omega, \Psi, A)$ ve $\hat{G}' = (G^*, \omega', \Psi', B)$, $G^* = (V, E)$ üzerinde birer sezgisel neutrosophic esnek graf olsun. Bu takdirde $\hat{G} \hat{\sqcup} \hat{G}'$ de $G^* = (V, E)$ da bir sezgisel neutrosophic esnek graftır.

İspat. Tanım 4.2.7 yardımıyla teorem 4.2.4 deki ispata benzer şekilde yapılır.

Tanım 4.2.8 $\hat{G} = (G^*, \omega, \Psi, A)$ ve $\hat{G}' = (G^*, \omega', \Psi', B)$, $G^* = (V, E)$ üzerinde birer sezgisel neutrosophic esnek graf olsun. \hat{G} ve \hat{G}' nün genişletilmiş arakesit $\hat{G} \hat{\cap} \hat{G}' = (G^*, \omega'', \Psi'', A \cup B)$ şeklinde gösterilir. $\hat{G} \hat{\cap} \hat{G}'$ nin köşelerinin ve kenarlarının T , I ve F değerleri her $e \in A \cup B$ ve $xy \in E$ için aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$T_{\omega''(e)}(x) = \begin{cases} T_{\omega(e)}(x) & e \in A \setminus B \\ T_{\omega'(e)}(x) & e \in B \setminus A \\ \min\{T_{\omega(e)}(x), T_{\omega'(e)}(x)\} & e \in A \cap B \end{cases}$$

$$I_{\omega''(e)}(x) = \begin{cases} I_{\omega(e)}(x) & e \in A \setminus B \\ I_{\omega'(e)}(x) & e \in B \setminus A \\ \max\{I_{\omega(e)}(x), I_{\omega'(e)}(x)\} & e \in A \cap B \end{cases}$$

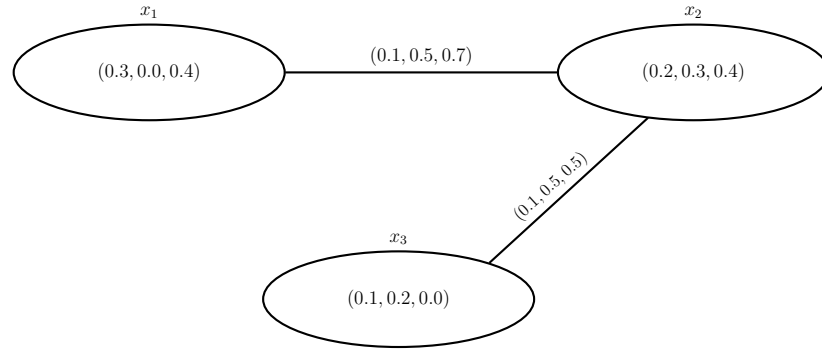
$$F_{\omega''(e)}(x) = \begin{cases} F_{\omega(e)}(x) & e \in A \setminus B \\ F_{\omega'(e)}(x) & e \in B \setminus A \\ \max\{F_{\omega(e)}(x), F_{\omega'(e)}(x)\} & e \in A \cap B \end{cases}$$

$$T_{\Psi''(e)}(xy) = \begin{cases} T_{\Psi(e)}(xy) & e \in A \setminus B \\ T_{\Psi'(e)}(xy) & e \in B \setminus A \\ \min\{T_{\Psi(e)}(xy), T_{\Psi'(e)}(xy)\} & e \in A \cap B \end{cases}$$

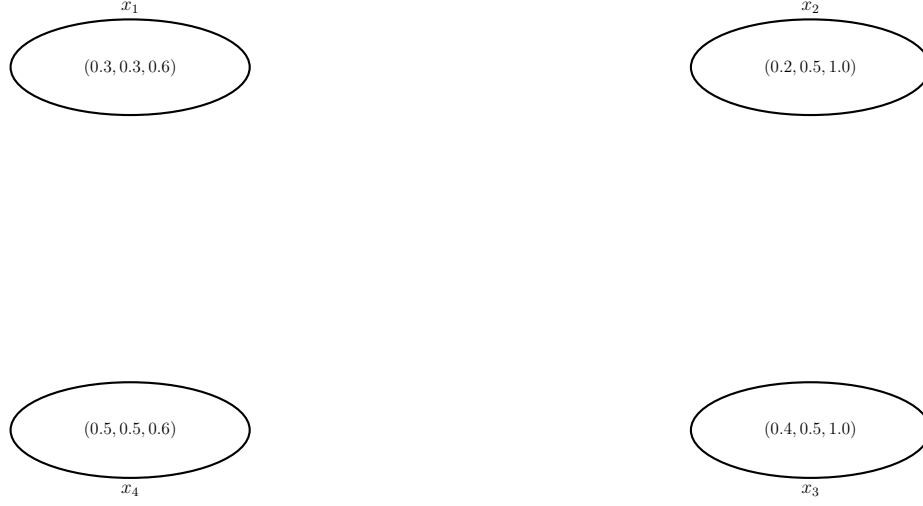
$$I_{\Psi''(e)}(xy) = \begin{cases} I_{\Psi(e)}(xy) & e \in A \setminus B \\ I_{\Psi'(e)}(xy) & e \in B \setminus A \\ \max\{I_{\Psi(e)}(xy), I_{\Psi'(e)}(xy)\} & e \in A \cap B \end{cases}$$

$$F_{\Psi''(e)}(xy) = \begin{cases} F_{\Psi(e)}(xy) & e \in A \setminus B \\ F_{\Psi'(e)}(xy) & e \in B \setminus A \\ \max\{F_{\Psi(e)}(xy), F_{\Psi'(e)}(xy)\} & e \in A \cap B \end{cases}$$

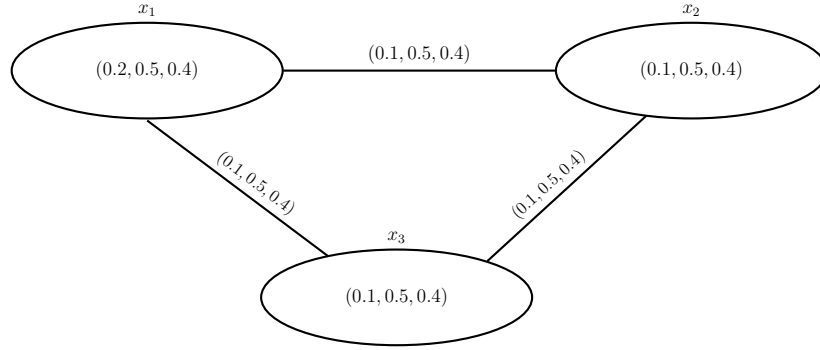
Örnek 4.2.10 \hat{G} ve \hat{G}' graflarını örnek 4.2.8 deki gibi ele alalım. Açıkça $A \cup B = \{e_1, e_2, e_3\}$ dir ve $\delta''(e_1) = \delta(e_1)$, $\delta''(e_2) = \delta(e_2) \tilde{\cap} \delta'(e_2)$, $\delta(e_3) = \delta'(e_3)$ olmak üzere \hat{G} ve \hat{G}' nün genişletilmiş arakesiti $\hat{G} \hat{\cap} \hat{G}' = \{\delta''(e_1), \delta''(e_2), \delta''(e_3)\}$ şeklinde elde edilir.



Şekil 4.29: $\delta''(e_1)$ sezgisel neutrosophic grafi



Şekil 4.30: $\delta''(e_2)$ sezgisel neutrosophic grafi



Şekil 4.31: $\delta''(e_3)$ sezgisel neutrosophic grafi

Teorem 4.2.6 $\hat{G} = (G^*, \omega, \Psi, A)$ ve $\hat{G}' = (G^*, \omega', \Psi', B)$, $G^* = (V, E)$ üzerinde birer sezgisel neutrosophic esnek graf olsun. Bu takdirde $\hat{G} \hat{\cap} \hat{G}'$ de $G^* = (V, E)$ da bir sezgisel neutrosophic esnek graftır.

İspat. $\hat{G} \hat{\cap} \hat{G}' = (G^*, \omega'', \Psi'', A \cup B)$ grafinın sezgisel neutrosophic esnek graf olma koşullarını sağladığını gösterelim. Her $e \in A \cup B$ ve $xy \in E$ için,

1. Durum: $e \in A \setminus B$ ve $xy \in E$ olduğunu kabul edelim.

$$T_{\Psi''(e)}(xy) = T_{\Psi(e)}(xy) \leq \min\{T_{\omega(e)}(x), T_{\omega(e)}(y)\} = \min\{T_{\omega''(e)}(x), T_{\omega''(e)}(y)\}$$

Buna göre $T_{\Psi''(e)}(xy) \leq \min\{T_{\omega''(e)}(x), T_{\omega''(e)}(y)\}$ olur.

$$I_{\Psi''(e)}(xy) = I_{\Psi(e)}(xy) \geq \max\{I_{\omega(e)}(x), I_{\omega(e)}(y)\} = \max\{I_{\omega''(e)}(x), I_{\omega''(e)}(y)\}$$

Buradan $I_{\Psi''(e)}(xy) \geq \max\{I_{\omega''(e)}(x), I_{\omega''(e)}(y)\}$ dir.

$$F_{\Psi''(e)}(xy) = F_{\Psi(e)}(xy) \geq \max\{F_{\omega(e)}(x), F_{\omega(e)}(y)\} = \max\{F_{\omega''(e)}(x), F_{\omega''(e)}(y)\}$$

Buna göre $F_{\Psi''(e)}(xy) \geq \max\{F_{\omega''(e)}(x), F_{\omega''(e)}(y)\}$ olur.

2. Durum: $e \in B \setminus A$ ve $xy \in E$ olduğunu kabul edelim.

$$T_{\Psi''(e)}(xy) = T_{\Psi'(e)}(xy) \leq \min\{T_{\omega'(e)}(x), T_{\omega'(e)}(y)\} = \min\{T_{\omega'(e)}(x), T_{\omega'(e)}(y)\}$$

Buna göre $T_{\Psi''(e)}(xy) \leq \min\{T_{\omega''(e)}(x), T_{\omega''(e)}(y)\}$ olur.

$$I_{\Psi''(e)}(xy) = I_{\Psi'(e)}(xy) \geq \max\{I_{\omega'(e)}(x), I_{\omega'(e)}(y)\} = \max\{I_{\omega''(e)}(x), I_{\omega''(e)}(y)\}$$

Buradan $I_{\Psi''(e)}(xy) \geq \max\{I_{\omega''(e)}(x), I_{\omega''(e)}(y)\}$ dir.

$$F_{\Psi''(e)}(xy) = F_{\Psi'(e)}(xy) \geq \max\{F_{\omega'(e)}(x), F_{\omega'(e)}(y)\} = \max\{F_{\omega''(e)}(x), F_{\omega''(e)}(y)\}$$

Buna göre $F_{\Psi''(e)}(xy) \geq \max\{F_{\omega''(e)}(x), F_{\omega''(e)}(y)\}$ olur.

3. Durum: $e \in A \cap B$ ve $xy \in E$ olduğunu kabul edelim.

$$\begin{aligned} T_{\Psi''(e)}(xy) &= \min\{T_{\Psi(e)}(xy), T_{\Psi'(e)}(xy)\} \\ &\leq \min\{\min\{T_{\omega(e)}(x), T_{\omega(e)}(y)\}, \min\{T_{\omega'(e)}(x), T_{\omega'(e)}(y)\}\} \\ &= \min\{\min\{T_{\omega(e)}(x), T_{\omega'(e)}(x)\}, \min\{T_{\omega(e)}(y), T_{\omega'(e)}(y)\}\} \end{aligned}$$

Buna göre $T_{\Psi''(e)}(xy) \leq \min\{T_{\omega''(e)}(x), T_{\omega''(e)}(y)\}$ dir.

$$\begin{aligned} I_{\Psi''(e)}(xy) &= \max\{I_{\Psi(e)}(xy), I_{\Psi'(e)}(xy)\} \\ &\geq \max\{\max\{I_{\omega(e)}(x), I_{\omega(e)}(y)\}, \max\{I_{\omega'(e)}(x), I_{\omega'(e)}(y)\}\} \\ &= \max\{\max\{I_{\omega(e)}(x), I_{\omega'(e)}(x)\}, \max\{I_{\omega(e)}(y), I_{\omega'(e)}(y)\}\} \end{aligned}$$

Buradan $I_{\Psi''(e)}(xy) \geq \max\{I_{\omega''(e)}(x), I_{\omega''(e)}(y)\}$ dir.

$$\begin{aligned} F_{\Psi''(e)}(xy) &= \max\{F_{\Psi(e)}(xy), F_{\Psi'(e)}(xy)\} \\ &\geq \max\{\max\{F_{\omega(e)}(x), F_{\omega(e)}(y)\}, \max\{F_{\omega'(e)}(x), F_{\omega'(e)}(y)\}\} \\ &= \max\{\max\{F_{\omega(e)}(x), F_{\omega'(e)}(x)\}, \max\{F_{\omega(e)}(y), F_{\omega'(e)}(y)\}\} \end{aligned}$$

Buradan $F_{\Psi''(e)}(xy) \geq \max\{F_{\omega''(e)}(x), F_{\omega''(e)}(y)\}$ dir.

O halde $\hat{G} \hat{\cap} \hat{G}' = (G^*, \omega'', \Psi'', A \cup B)$ grafi $G^* = (V, E)$ da sezgisel neutrosophic esnek graftır.

Tanım 4.2.9 $\hat{G} = (G^*, \omega, \Psi, A)$ ve $\hat{G}' = (G^*, \omega', \Psi', B)$, $G^* = (V, E)$ üzerinde birer sezgisel neutrosophic esnek graf olsun. \hat{G} ve \hat{G}' nün daraltılmış arakesiti $\hat{G} \hat{\cap} \hat{G}' = (G^*, \omega'', \Psi'', A \cap B)$ şeklinde gösterilir. $\hat{G} \hat{\cap} \hat{G}'$ nün kenarlarının ve köşelerinin T , I ve F değerleri aşağıdaki gibi tanımlanır.

i. Her $e \in A \cap B$ ve $x \in V$ için

$$T_{\omega''(e)}(x) = \min\{T_{\omega(e)}(x), T_{\omega'(e)}(x)\}$$

$$I_{\omega''(e)}(x) = \max\{I_{\omega(e)}(x), I_{\omega'(e)}(x)\}$$

$$F_{K(e)}(x) = \max\{F_{\omega(e)}(x), F_{\omega'(e)}(x)\}$$

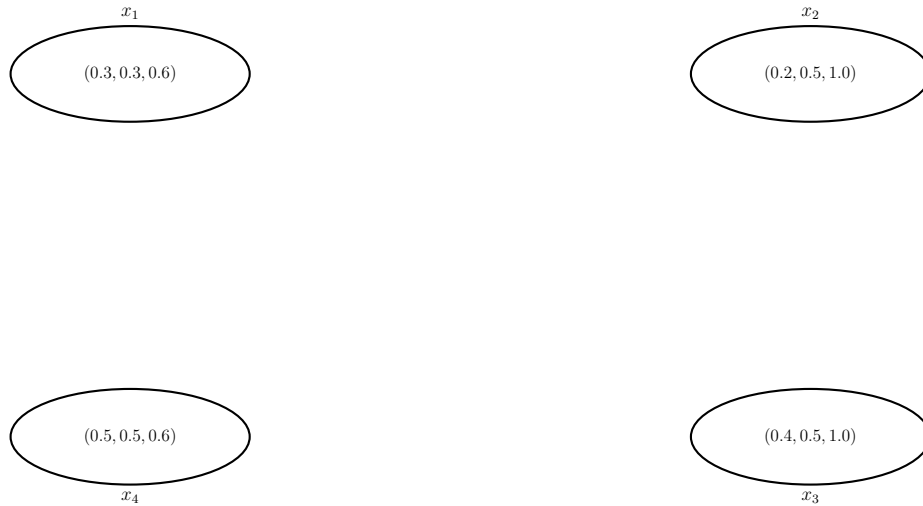
ii. Her $e \in A \cap B$ ve $xy \in E$ için

$$T_{\Psi''(e)}(xy) = \min\{T_{\Psi(e)}(xy), T_{\Psi'(e)}(xy)\}$$

$$I_{\Psi''(e)}(xy) = \max\{I_{\Psi(e)}(xy), I_{\Psi'(e)}(xy)\}$$

$$F_{\Psi''(e)}(xy) = \max\{F_{\Psi(e)}(xy), F_{\Psi'(e)}(xy)\}$$

Örnek 4.2.11 \hat{G} ve \hat{G}' örnek 4.2.8 deki gibi ele alalım. Açıkça $A \cap B = \{e_2\}$ dir. $\delta''(e_2) = \delta(e_2) \hat{\cap} \delta'(e_2)$ olmak üzere \hat{G} ve \hat{G}' nün daraltılmış arakesiti $\hat{G} \hat{\cap} \hat{G}' = \{\delta''(e_2)\}$ şeklinde elde edilir.



Şekil 4.32: $\delta''(e_2)$ sezgisel neutrosophic grafi

Teorem 4.2.7 $\hat{G} = (G^*, \omega, \Psi, A)$ ve $\hat{G}' = (G^*, \omega', \Psi', B)$, $G^* = (V, E)$ üzerinde birer sezgisel neutrosophic esnek graf olsun. Bu takdirde $\hat{G} \hat{\cap} \hat{G}'$ de $G^* = (V, E)$ da bir sezgisel neutrosophic esnek graftır.

İspat. Tanım 4.2.9 yardımıyla teorem 4.2.6'nın ispatına benzer şekilde yapılır.

Tanım 4.2.10 $\hat{G} = (G^*, \omega, \Psi, A)$, $G^* = (V, E)$ da bir sezgisel neutrosophic esnek graf olsun. \hat{G} ya tam sezgisel neutrosophic esnek graf denir. \iff Her $x, y \in V$ ve $e \in A$ için

$$T_{\Psi(e)}(xy) = \min\{T_{\omega(e)}(x), T_{\omega(e)}(y)\}$$

$$I_{\Psi(e)}(xy) = \max\{I_{\omega(e)}(x), I_{\omega(e)}(y)\}$$

$$F_{\Psi(e)}(xy) = \max\{F_{\omega(e)}(x), F_{\omega(e)}(y)\}$$

Örnek 4.2.12 $V = \{x_1, x_2, x_3, x_4\}$ ve $E = \{x_1x_2, x_2x_3, x_3x_4, x_4x_1, x_3x_1, x_2x_4\}$ olmak üzere $G^* = (V, E)$ basit grafını göz önüne alalım. $A = \{e_1, e_2, e_3\}$ bir parametre kümesi olarak verilsin.

(ω, A) sezgisel neutrosophic esnek kümesi aşağıdaki gibi tanımlansın.

$$\omega(e_1) = \{(x_1, 0.2, 0.4, 0.7), (x_2, 0.1, 0.4, 0.5), (x_3, 0.5, 0.3, 0.8)\}$$

$$\omega(e_2) = \{(x_1, 0.2, 0.2, 0.3), (x_2, 0.3, 0.5, 0.8), (x_3, 0.1, 0.5, 0.9)\}$$

$$\omega(e_3) = \{(x_1, 0.3, 0.3, 0.4), (x_2, 0.4, 0.5, 0.6), (x_3, 0.4, 0.9, 0.4), (x_4, 0.2, 0.3, 0.2)\}$$

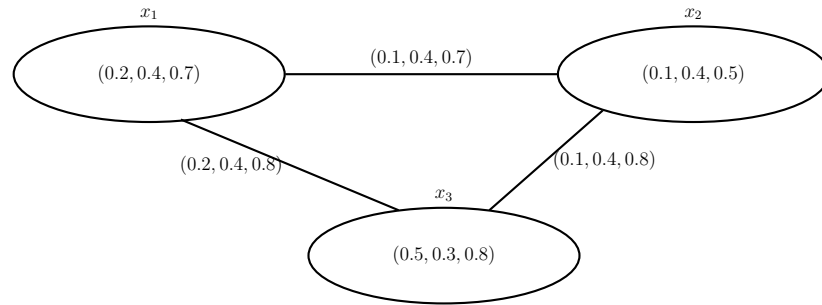
(Ψ, A) sezgisel neutrosophic esnek kümesi aşağıdaki gibi tanımlansın.

$$\Psi(e_1) = \{(x_1x_2, 0.1, 0.4, 0.7), (x_2x_3, 0.1, 0.4, 0.8), (x_3x_1, 0.2, 0.4, 0.8)\}$$

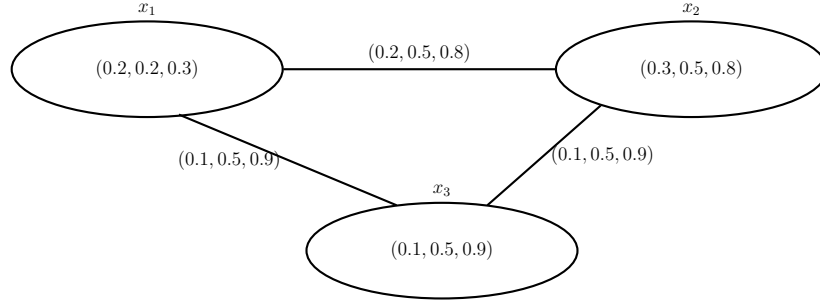
$$\Psi(e_2) = \{(x_1x_2, 0.2, 0.5, 0.8), (x_2x_3, 0.1, 0.5, 0.9), (x_3x_1, 0.1, 0.5, 0.9)\}$$

$$\Psi(e_3) = \{(x_1x_2, 0.3, 0.5, 0.6), (x_2x_3, 0.4, 0.9, 0.4), (x_1x_3, 0.3, 0.9, 0.4), \\ (x_4x_1, 0.2, 0.3, 0.4), (x_3x_4, 0.2, 0.9, 0.4), (x_2x_4, 0.2, 0.5, 0.6)\}$$

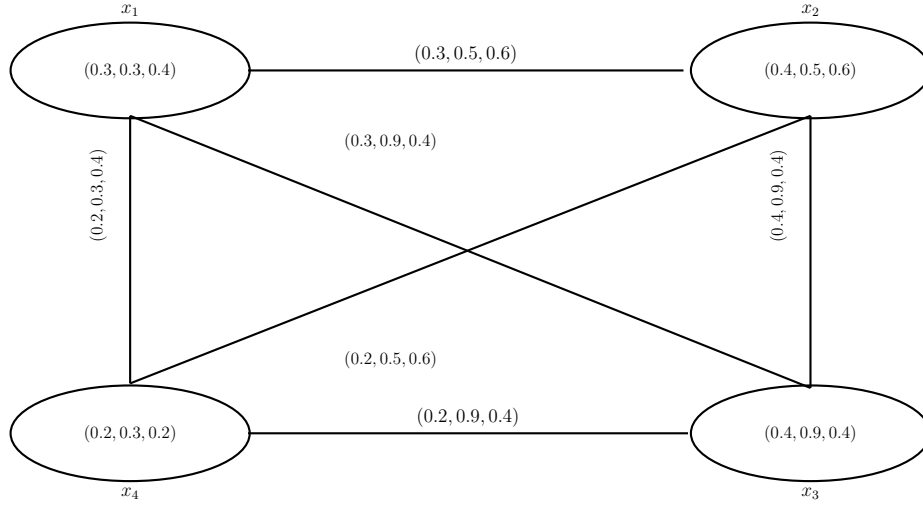
Açıkça $\hat{G} = (G^*, \omega, \Psi, A)$ tam sezgisel neutrosophic esnek graftır. \hat{G} 'nin sırasıyla e_1 , e_2 ve e_3 parametrelerine karşılık gelen $\delta(e_1) = (\omega(e_1), \Psi(e_1))$, $\delta(e_2) = (\omega(e_2), \Psi(e_2))$ ve $\delta(e_3) = (\omega(e_3), \Psi(e_3))$ alt grafları aşağıdaki gibidir.



Şekil 4.33: $\delta(e_1)$ sezgisel neutrosophic grafi



Şekil 4.34: $\delta(e_2)$ sezgisel neutrosophic grafi



Şekil 4.35: $\delta(e_3)$ sezgisel neutrosophic grafi

Tanım 4.2.11 $\hat{G} = (G^*, \omega, \Psi, A)$, $G^* = (V, E)$ üzerinde bir sezgisel neutrosophic esnek graf olsun. \hat{G} ye güçlü bir sezgisel neutrosophic esnek graf denir. \iff Her $x, y \in E$ ve $e \in A$ için

$$T_{\Psi(e)}(xy) = \min\{T_{\omega(e)}(x), T_{\omega(e)}(y)\}$$

$$I_{\Psi(e)}(xy) = \max\{I_{\omega(e)}(x), I_{\omega(e)}(y)\}$$

$$F_{\Psi(e)}(xy) = \max\{F_{\omega(e)}(x), F_{\omega(e)}(y)\}$$

Örnek 4.2.13 $V = \{x_1, x_2, x_3, x_4\}$ ve $E = \{x_1x_2, x_2x_3, x_3x_4, x_4x_1, x_4x_2\}$ olmak üzere $G^* = (V, E)$ basit grafını göz önüne alalım. $A = \{e_1, e_2, e_3\}$ bir parametre kümesi olsun. (ω, A) sezgisel neutrosophic esnek kümesi aşağıdaki gibi tanımlansın.

$$\omega(e_1) = \{(x_1, 0.6, 0.2, 0.5), (x_2, 0.4, 0.5, 0.7), (x_3, 0.2, 0.2, 0.5)\}$$

$$\omega(e_2) = \{(x_1, 0.3, 0.1, 0.4), (x_2, 0.5, 0.3, 0.8), (x_3, 0.3, 0.2, 0.5)\}$$

$$\omega(e_3) = \{(x_1, 0.5, 0.2, 0.7), (x_2, 0.3, 0.1, 0.4), (x_3, 0.4, 0.4, 0.2), (x_4, 0.5, 0.5, 0.9)\}$$

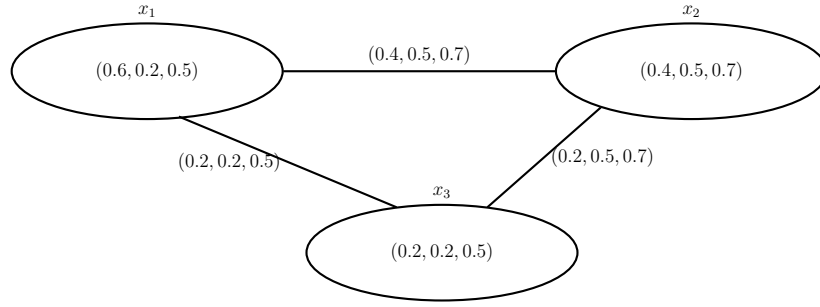
(Ψ, A) sezgisel neutrosophic esnek kümesi aşağıdaki gibi tanımlansın.

$$\Psi(e_1) = \{(x_1x_2, 0.4, 0.5, 0.7), (x_2x_3, 0.2, 0.5, 0.7), (x_3x_1, 0.2, 0.2, 0.5)\}$$

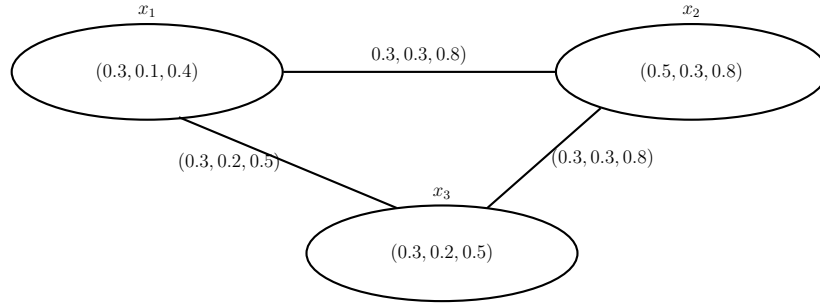
$$\Psi(e_2) = \{(x_1x_2, 0.3, 0.3, 0.8), (x_2x_3, 0.3, 0.3, 0.8), (x_3x_1, 0.3, 0.2, 0.5)\}$$

$$\Psi(e_3) = \{(x_1x_2, 0.3, 0.2, 0.7), (x_2x_3, 0.3, 0.4, 0.4), (x_3x_4, 0.4, 0.5, 0.9), \\ (x_4x_1, 0.5, 0.5, 0.9), (x_4x_2, 0.3, 0.5, 0.9)\}$$

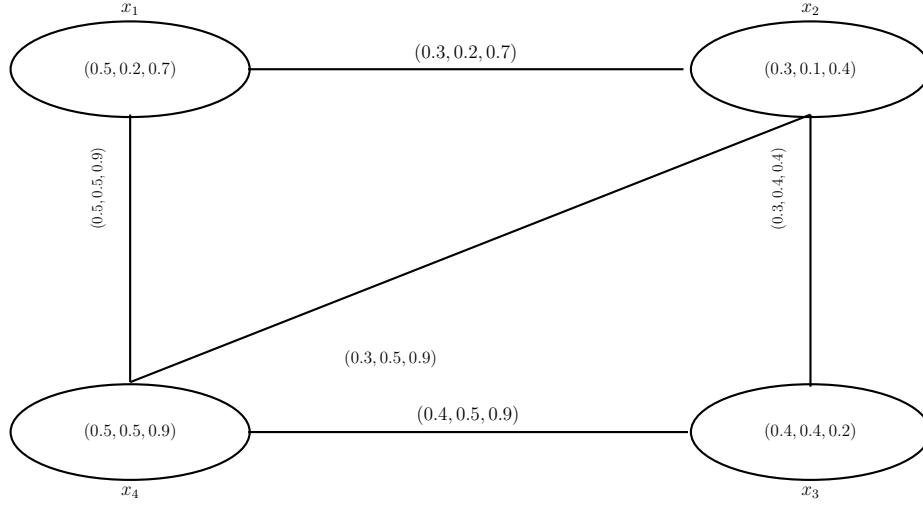
Açıkça $\hat{G} = (G^*, \omega, \Psi, A)$ güçlü sezgisel neutrosophic esnek graftır. \hat{G} 'nin sırayla e_1 , e_2 ve e_3 parametrelerine karşılık gelen $\delta(e_1) = (\omega(e_1), \Psi(e_1))$, $\delta(e_2) = (\omega(e_2), \Psi(e_2))$ ve $\delta(e_3) = (\omega(e_3), \Psi(e_3))$ alt grafları aşağıdaki gibidir.



Şekil 4.36: $\delta(e_1)$ sezgisel neutrosophic grafi



Şekil 4.37: $\delta(e_2)$ sezgisel neutrosophic grafi



Şekil 4.38: $\delta(e_3)$ sezgisel neutrosophic grafi

Tanım 4.2.12 $\hat{G} = (G^*, \omega, \Psi, A)$, $G^* = (V, E)$ üzerinde güçlü sezgisel neutrosophic esnek graf olsun. \hat{G} nin tümleyeni $\bar{\hat{G}} = (G^*, \bar{\omega}, \bar{\Psi}, A)$ notasyonu ile gösterilir. Her $e \in A$ ve $x, y \in V$ için $\bar{\omega}(e) = \omega(e)$ ve

$$T_{\bar{\Psi}(e)}(xy) = \min\{T_{\omega(e)}(x), T_{\omega(e)}(y)\} - T_{\Psi(e)}(xy)$$

$$I_{\bar{\Psi}(e)}(xy) = \min\{I_{\omega(e)}(x), I_{\omega(e)}(y)\} - I_{\Psi(e)}(xy)$$

$$F_{\bar{\Psi}(e)}(xy) = \min\{F_{\omega(e)}(x), F_{\omega(e)}(y)\} - F_{\Psi(e)}(xy)$$

şeklinde tanımlanır.

Örnek 4.2.14 $V = \{x_1, x_2, x_3\}$ ve $E = \{x_1x_2, x_2x_3, x_3x_1\}$ olmak üzere $G^* = (V, E)$ basit grafi göz önüne alalım. $A = \{e_1, e_2\}$ bir parametre kümesi olsun.

(ω, A) ve (Ψ, A) sezgisel neutrosophic esnek kümeleri aşağıdaki gibi verilsin.

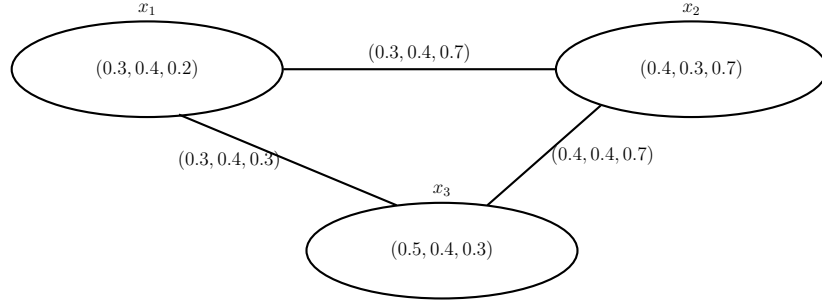
$$\omega(e_1) = \{(x_1, 0.3, 0.4, 0.2), (x_2, 0.4, 0.3, 0.7), (x_3, 0.5, 0.4, 0.3)\}$$

$$\omega(e_2) = \{(x_1, 0.5, 0.1, 0.2), (x_2, 0.5, 0.4, 0.2), (x_3, 0.6, 0.4, 0.3)\}$$

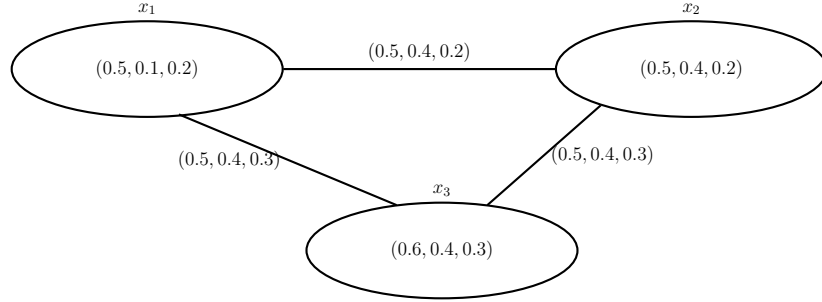
$$\Psi(e_1) = \{(x_1x_2, 0.3, 0.4, 0.7), (x_3x_1, 0.3, 0.4, 0.3)\}$$

$$\Psi(e_2) = \{(x_1x_2, 0.5, 0.4, 0.2), (x_3x_1, 0.5, 0.4, 0.3)\}$$

Açıkça $\delta(e_1) = (\omega(e_1), \Psi(e_1))$ ve $\delta(e_2) = (\omega(e_2), \Psi(e_2))$ sırasıyla e_1 ve e_2 parametrelerine karşılık gelen sezgisel neutrosophic graflardır.

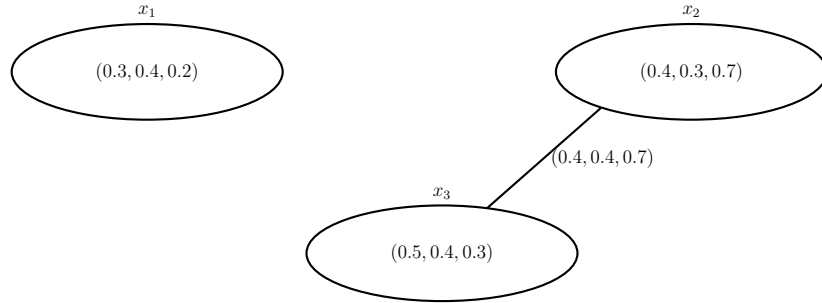


Şekil 4.39: $\delta(e_1)$ sezgisel neutrosophic grafi

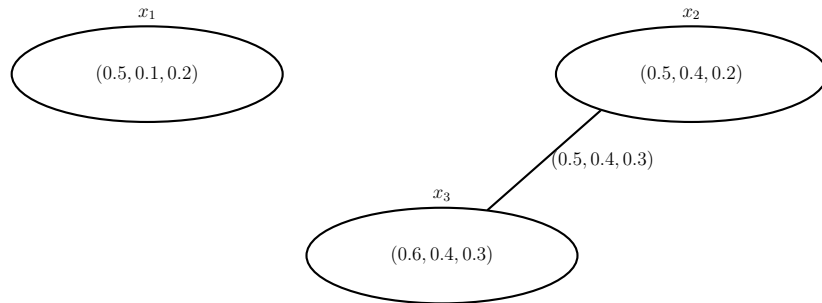


Şekil 4.40: $\delta(e_2)$ sezgisel neutrosophic grafi

\hat{G} 'nin tümleyeni $\bar{\hat{G}} = \{\bar{\delta}(e_1), \bar{\delta}(e_2)\}$ aşağıdaki gibi elde edilir.



Şekil 4.41: $\bar{\delta}(e_1)$ sezgisel neutrosophic grafi



Şekil 4.42: $\bar{\delta}(e_2)$ sezgisel neutrosophic grafi

Tanım 4.2.13 $\hat{G} = (G^*, \omega, \Psi, A)$ ve $\hat{G}' = (G^*, \omega', \Psi', B)$ $G^* = (V, E)$ üzerinde birer sezgisel neutrosophic esnek graf olsun. \hat{G} ve \hat{G}' nün \vee - birleşimi $\hat{G} \vee \hat{G}' = (G^*, \omega'', \Psi'', A \times B)$ notasyonu ile gösterilir. $(\omega'', A \times B)$ V de ve $(\Psi'', A \times B)$ E de sezgisel neutrosophic esnek kümeler olup $\hat{G} \vee \hat{G}'$ nün kenarlarının ve köşelerinin T , I ve F değerleri aşağıdaki gibi tanımlanır.

i. $(e_1, e_2) \in A \times B$ ve $x \in V$ için

$$T_{\omega''(e_1, e_2)}(x) = \max\{T_{\omega(e_1)}(x), T_{\omega'(e_2)}(x)\}$$

$$I_{\omega''(e_1, e_2)}(x) = \min\{I_{\omega(e_1)}(x), I_{\omega'(e_2)}(x)\}$$

$$F_{\omega''(e_1, e_2)}(x) = \min\{F_{\omega(e_1)}(x), F_{\omega'(e_2)}(x)\}$$

ii. $(e_1, e_2) \in A \times B$ ve $xy \in E$ için

$$T_{\Psi''(e_1, e_2)}(xy) = \max\{T_{\Psi(e_1)}(xy), T_{\Psi'(e_2)}(xy)\}$$

$$I_{\Psi''(e_1, e_2)}(xy) = \min\{I_{\Psi(e_1)}(xy), I_{\Psi'(e_2)}(xy)\}$$

$$F_{\Psi''(e_1, e_2)}(xy) = \min\{F_{\Psi(e_1)}(xy), F_{\Psi'(e_2)}(xy)\}$$

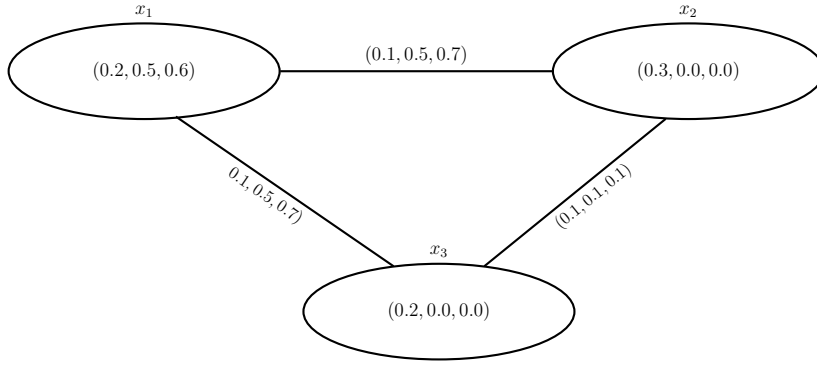
Örnek 4.2.15 $V = \{x_1, x_2, x_3\}$ ve $E = \{x_1x_2, x_1x_3, x_2x_3\}$ olacak şekilde $G^* = (V, E)$ basit grafını ele alalım. $A = \{e_1\}$ ve $B = \{e_2\}$ parametre kümeleri olarak verilsin. $\hat{G} = \{\delta(e_1)\} = \{\omega(e_1), \Psi(e_1)\}$ ve $\hat{G}' = \{\delta'(e_2)\} = \{\omega'(e_2), \Psi'(e_2)\}$ sezgisel neutrosophic esnek grafları aşağıdaki gibi verilsin.

$$\omega(e_1) = \{(x_1, 0.2, 0.5, 0.6), (x_2, 0.3, 0.0, 0.0), (x_3, 0.2, 0.0, 0.0)\}$$

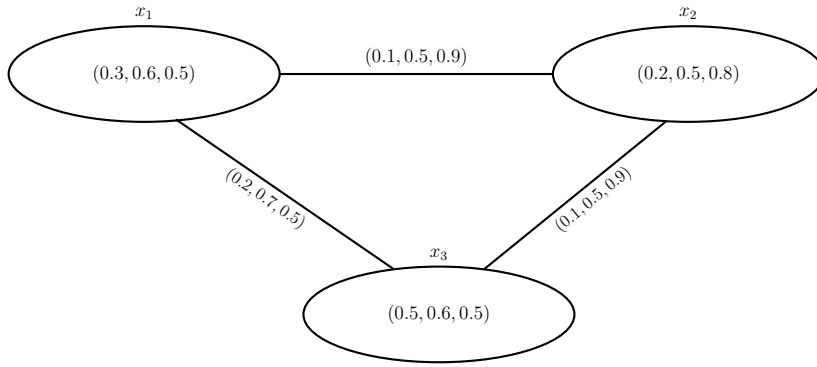
$$\Psi(e_1) = \{(x_1x_2, 0.1, 0.5, 0.7), (x_2x_3, 0.1, 0.1, 0.1), (x_1x_3, 0.1, 0.5, 0.7)\}$$

$$\omega'(e_2) = \{(x_1, 0.3, 0.6, 0.5), (x_2, 0.2, 0.5, 0.8), (x_3, 0.5, 0.6, 0.5)\}$$

$$\Psi'(e_2) = \{(x_1x_2, 0.1, 0.5, 0.9), (x_2x_3, 0.1, 0.5, 0.9), (x_1x_3, 0.2, 0.7, 0.5)\}$$



Şekil 4.43: $\delta(e_1)$ sezgisel neutrosophic grafi



Şekil 4.44: $\delta'(e_2)$ sezgisel neutrosophic grafi

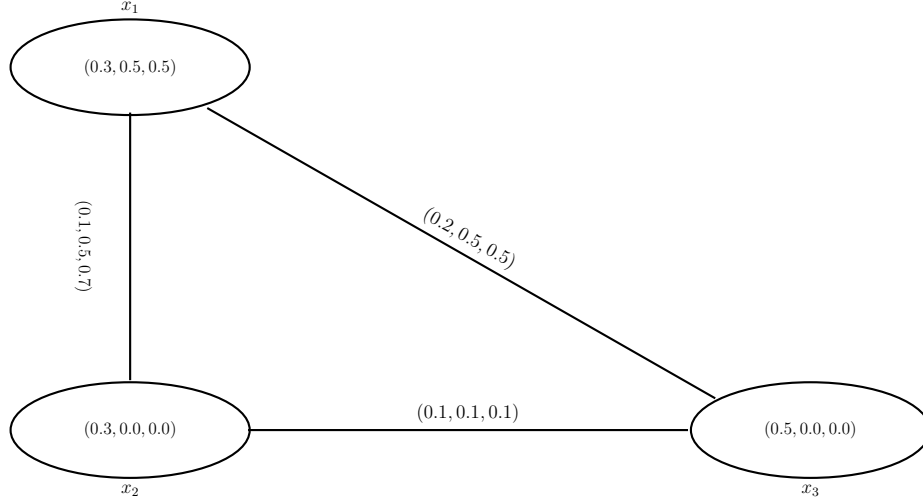
Açıkça $A \times B = \{(e_1, e_2)\}$ dir. Her $x \in V$ ve $(e_1, e_2) \in A \times B$ için,

$$\omega''(e_1, e_2) = \{(x_1, 0.3, 0.5, 0.5), (x_2, 0.3, 0.0, 0.0), (x_3, 0.5, 0.0, 0.0)\}$$

$$\Psi''(e_1, e_2) = \{(x_1x_2, 0.1, 0.6, 0.7), (x_2x_3, 0.1, 0.1, 0.1), (x_1x_3, 0.2, 0.6, 0.7)\}$$

olur. \hat{G} ve \hat{G}' 'nin \vee – birleşimi $\hat{G} \vee \hat{G}' = \{\delta''(e_1, e_2)\} = \{\omega''(e_1, e_2), \Psi''(e_1, e_2)\}$ şeklindedir.

$\delta''(e_1, e_2)$ alt grafi aşağıdaki gibidir.



Şekil 4.45: $\delta''(e_1, e_2)$ sezgisel neutrosophic grafi

Teorem 4.2.8 $\hat{G} = (G^*, \omega, \Psi, A)$ ve $\hat{G}' = (G^*, \omega', \Psi', B)$ $G^* = (V, E)$ üzerinde birer sezgisel neutrosophic esnek graf olsun. Bu takdirde $\hat{G} \tilde{\vee} \hat{G}'$ de $G^* = (V, E)$ da bir sezgisel neutrosophic esnek graftır.

İspat. $\hat{G}_1 \tilde{\vee} \hat{G}_2 = (G^*, \omega, \Psi, A \times B)$ olsun. Her $(e_1, e_2) \in A \times B$ ve $xy \in E$ için,

$$\begin{aligned} T_{\Psi''(e_1, e_2)}(xy) &= \max\{T_{\Psi(e_1)}(xy), T_{\Psi'(e_2)}(xy)\} \\ &\leq \max\{\min\{T_{\omega(e_1)}(x), T_{\omega(e_1)}(y)\}, \min\{T_{\omega'(e_2)}(x), T_{\omega'(e_2)}(y)\}\} \\ &\leq \min\{\max\{T_{\omega(e_1)}(x), T_{\omega'(e_2)}(x)\}, \max\{T_{\omega(e_1)}(y), T_{\omega'(e_2)}(y)\}\} \\ &= \min\{T_{\omega''(e_1, e_2)}(x), T_{\omega''(e_1, e_2)}(y)\} \end{aligned}$$

Buradan $T_{\Psi''(e_1, e_2)}(xy) \leq \min\{T_{\omega''(e_1, e_2)}(x), T_{\omega''(e_1, e_2)}(y)\}$ elde edilir.

$$\begin{aligned} I_{\Psi''(e_1, e_2)}(xy) &= \min\{I_{\Psi(e_1)}(xy), I_{\Psi'(e_2)}(xy)\} \\ &\geq \min\{\max\{I_{\omega(e_1)}(x), I_{\omega(e_1)}(y)\}, \max\{I_{\omega'(e_2)}(x), I_{\omega'(e_2)}(y)\}\} \\ &\geq \max\{\min\{I_{\omega(e_1)}(x), I_{\omega'(e_2)}(x)\}, \min\{I_{\omega(e_1)}(y), I_{\omega'(e_2)}(y)\}\} \\ &= \max\{I_{\omega''(e_1, e_2)}(x), I_{\omega''(e_1, e_2)}(y)\} \end{aligned}$$

Buradan $I_{\Psi''(e_1, e_2)}(xy) \geq \max\{I_{\omega''(e_1, e_2)}(x), I_{\omega''(e_1, e_2)}(y)\}$ elde edilir.

$$\begin{aligned} F_{\Psi''(e_1, e_2)}(xy) &= \min\{F_{\Psi(e_1)}(xy), F_{\Psi'(e_2)}(xy)\} \\ &\geq \min\{\max\{F_{\omega(e_1)}(x), F_{\omega(e_1)}(y)\}, \max\{F_{\omega'(e_2)}(x), F_{\omega'(e_2)}(y)\}\} \\ &\geq \max\{\min\{F_{\omega(e_1)}(x), F_{\omega'(e_2)}(x)\}, \min\{F_{\omega(e_1)}(y), F_{\omega'(e_2)}(y)\}\} \\ &= \max\{F_{\omega''(e_1, e_2)}(x), F_{\omega''(e_1, e_2)}(y)\} \end{aligned}$$

Buradan $F_{\Psi''(e_1, e_2)}(xy) \geq \max\{F_{\omega''(e_1, e_2)}(x), F_{\omega''(e_1, e_2)}(y)\}$ elde edilir.

Dolayısıyla $\hat{G} \tilde{\wedge} \hat{G}' = (G^*, \omega'', \Psi'', A \times B)$, $G^* = (V, E)$ da sezgisel neutrosophic esnek graftır.

Tanım 4.2.14 $\hat{G} = (G^*, \omega, \Psi, A)$ ve $\hat{G}' = (G^*, \omega', \Psi', B)$, $G^* = (V, E)$ üzerinde birer sezgisel neutrosophic esnek graf olsun. \hat{G} ve \hat{G}' nün $\wedge -$ arakesiti $\hat{G} \tilde{\wedge} \hat{G}' = (G^*, \omega'', \Psi'', A \times B)$ notasyonu ile gösterilir. $(\omega'', A \times B)$ V de ve $(\Psi'', A \times B)$ E de sezgisel neutrosophic esnek kümeler olup $\hat{G} \tilde{\wedge} \hat{G}'$ 'nün kenarlarının ve köşelerinin T , I ve F değerleri aşağıdaki gibi tanımlanır.

i. $(e_1, e_2) \in A \times B$ ve $x \in V$ için

$$T_{\omega''(e_1, e_2)}(x) = \min\{T_{\omega(e_1)}(x), T_{\omega'(e_2)}(x)\}$$

$$I_{\omega''(e_1, e_2)}(x) = \max\{I_{\omega(e_1)}(x), I_{\omega'(e_2)}(x)\}$$

$$F_{\omega''(e_1, e_2)}(x) = \max\{F_{\omega(e_1)}(x), F_{\omega'(e_2)}(x)\}$$

ii. $(e_1, e_2) \in A \times B$ ve $xy \in E$ için

$$T_{\Psi''(e_1, e_2)}(xy) = \min\{T_{\Psi(e_1)}(xy), T_{\Psi'(e_2)}(xy)\}$$

$$I_{\Psi''(e_1, e_2)}(xy) = \max\{I_{\Psi(e_1)}(xy), I_{\Psi'(e_2)}(xy)\}$$

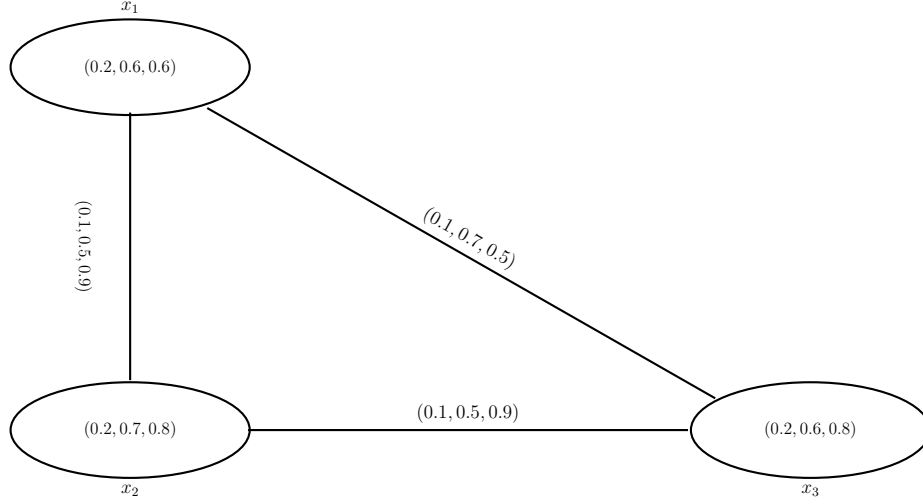
$$F_{\Psi''(e_1, e_2)}(xy) = \max\{F_{\Psi(e_1)}(xy), F_{\Psi'(e_2)}(xy)\}$$

Örnek 4.2.16 \hat{G} ve \hat{G}' yü örnek 4.2.5 deki gibi ele alalım. Açıkça $A \times B = \{(e_1, e_2)\}$ olur. Her $x \in V$ ve $(e_1, e_2) \in A \times B$ için,

$$\omega''(e_1, e_2) = \{(x_1, 0.2, 0.6, 0.6), (x_2, 0.2, 0.5, 0.8), (x_3, 0.2, 0.6, 0.5)\}$$

$$\omega''(e_1, e_2) = \{(x_1x_2, 0.1, 0.5, 0.9), (x_2x_3, 0.1, 0.5, 0.9), (x_1x_3, 0.1, 0.7, 0.5)\}$$

olur. \hat{G} ve \hat{G}' 'nün $\wedge -$ arakesiti $\hat{G} \tilde{\wedge} \hat{G}' = \{\delta''(e_1, e_2)\} = \{\omega''(e_1, e_2), \Psi''(e_1, e_2)\}$ şeklindedir. $\delta''(e_1, e_2)$ alt grafi aşağıdaki gibi elde edilir.



Şekil 4.46: $\delta''(e_1, e_2)$ sezgisel neutrosophic grafi

Teorem 4.2.9 $\hat{G} = (G^*, \omega, \Psi, A)$ ve $\hat{G}' = (G^*, \omega', \Psi', B)$, $G^* = (V, E)$ üzerinde birer sezgisel neutrosophic esnek graf olsun. Bu takdirde $\hat{G} \tilde{\wedge} \hat{G}'$ de $G^* = (V, E)$ da bir sezgisel neutrosophic esnek graftır.

İspat. Teorem 4.2.8 in ispatına benzer şekilde yapılabilir.

Tanım 4.2.15 $V = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ ve $E = \{(x_i x_j) : i \neq j, i, j \in \Lambda\}$ olacak şekilde $G^* = (V, E)$ grafını ele alalım. G^* üzerinde bir sezgisel neutrosophic esnek grafın alt graflarının matris gösterimi aşağıdaki gibidir.

$$\begin{bmatrix} 0 & x_1 x_2 & x_1 x_3 & \dots & x_1 x_n \\ x_2 x_1 & 0 & x_2 x_3 & \dots & x_2 x_n \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots \\ x_n x_1 & x_n x_2 & x_n x_3 & \dots & 0 \end{bmatrix}$$

Örnek 4.2.17 $V = \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5\}$ ve $E = \{x_1 x_2, x_2 x_3, x_1 x_5, x_2 x_4, x_3 x_4, x_2 x_5, x_3 x_5\}$ olmak üzere $G^* = (V, E)$ basit grafını göz önüne alalım. $A = \{e_1, e_2\}$ bir parametre kümesi olsun. $G^* = (V, E)$ da bir $\tilde{G} = \{\delta(e_1), \delta(e_2)\} = \{(\omega(e_1), \Psi(e_1)), (\omega(e_2), \Psi(e_2))\}$ sezgisel neutrosophic esnek grafi aşağıdaki gibi verilsin.

$$\omega(e_1) = \{(x_1, 0.1, 0.4, 0.5), (x_2, 0.2, 0.5, 0.5), (x_3, 0.5, 0.1, 0.3), \\ (x_4, 0.3, 0.3, 0.3), (x_5, 0.5, 0.8, 0.3)\}$$

$$\Psi(e_1) = \{(x_1 x_2, 0.1, 0.5, 0.9), (x_2 x_3, 0.1, 0.5, 0.9), (x_1 x_5, 0.1, 0.9, 0.5), \\ (x_2 x_4, 0.2, 0.5, 0.9), (x_3 x_4, 0.2, 0.3, 0.4), (x_2 x_5, 0.1, 0.9, 0.5), (x_3 x_5, 0.3, 0.9, 0.4)\}$$

$$\omega(e_2) = \{(x_1, 0.3, 0.5, 0.2), (x_2, 0.3, 0.3, 0.2), (x_3, 0.4, 0.5, 0.5), \\ (x_4, 0.2, 0.2, 0.5), (x_5, 0.4, 0.4, 0.5)\}$$

$$\Psi(e_2) = \{(x_1x_2, 0.2, 0.5, 0.4), (x_2x_3, 0.3, 0.5, 0.5), (x_1x_5, 0.1, 0.5, 0.5), \\ (x_3x_4, 0.2, 0.5, 0.5), (x_2x_5, 0.3, 0.5, 0.5)\}$$

$\delta(e_1) = (\omega(e_1), \Psi(e_1))$ ve $\delta(e_2) = (\omega(e_2), \Psi(e_2))$ nin \tilde{G} nin alt grafları olduğu açıktır. $\delta(e_1)$ ve $\delta(e_2)$ nin matris gösterimi aşağıdaki gibidir.

$$\delta(e_1) = \begin{bmatrix} (0.0, 0.0, 0.0) & (0.1, 0.5, 0.9) & (0.0, 0.0, 0.0) & (0.0, 0.0, 0.0) & (0.1, 0.9, 0.5) \\ (0.1, 0.5, 0.9) & (0.0, 0.0, 0.0) & (0.1, 0.5, 0.9) & (0.2, 0.5, 0.9) & (0.1, 0.9, 0.5) \\ (0.0, 0.0, 0.0) & (0.1, 0.5, 0.9) & (0.0, 0.0, 0.0) & (0.2, 0.3, 0.4) & (0.3, 0.9, 0.4) \\ (0.0, 0.0, 0.0) & (0.2, 0.5, 0.9) & (0.2, 0.3, 0.4) & (0.0, 0.0, 0.0) & (0.0, 0.0, 0.0) \\ (0.1, 0.9, 0.5) & (0.1, 0.9, 0.5) & (0.3, 0.9, 0.4) & (0.0, 0.0, 0.0) & (0.0, 0.0, 0.0) \end{bmatrix}$$

$$\delta(e_2) = \begin{bmatrix} (0.0, 0.0, 0.0) & (0.2, 0.5, 0.4) & (0.0, 0.0, 0.0) & (0.0, 0.0, 0.0) & (0.1, 0.5, 0.5) \\ (0.2, 0.5, 0.4) & (0.0, 0.0, 0.0) & (0.3, 0.5, 0.5) & (0.0, 0.0, 0.0) & (0.3, 0.5, 0.5) \\ (0.0, 0.0, 0.0) & (0.3, 0.5, 0.5) & (0.0, 0.0, 0.0) & (0.2, 0.5, 0.5) & (0.0, 0.0, 0.0) \\ (0.0, 0.0, 0.0) & (0.0, 0.0, 0.0) & (0.2, 0.5, 0.5) & (0.0, 0.0, 0.0) & (0.0, 0.0, 0.0) \\ (0.1, 0.5, 0.5) & (0.3, 0.5, 0.5) & (0.0, 0.0, 0.0) & (0.0, 0.0, 0.0) & (0.0, 0.0, 0.0) \end{bmatrix}$$

Tanım 4.2.16 $A = \{e_1, e_2, \dots, e_n\}$ bir parametre kümesi ve $\hat{G} = (G^*, \omega, \Psi, A)$ $G^* = (V, E)$ üzerinde bir sezgisel neutrosophic esnek graf olsun. \hat{G} nin $\delta(e_1), \delta(e_2), \dots, \delta(e_n)$ şeklindeki alt graflarının parametrik \vee - birleşimi \vee_P notasyonu ile gösterilir ve her $xy \in E$ için aşağıdaki şekilde tanımlanır.

$$T_{\Psi(e)}(xy) = \max\{T_{\Psi(e_1)}(xy), T_{\Psi(e_2)}(xy), \dots, T_{\Psi(e_n)}(xy)\}$$

$$I_{\Psi(e)}(xy) = \min\{I_{\Psi(e_1)}(xy), I_{\Psi(e_2)}(xy), \dots, I_{\Psi(e_n)}(xy)\}$$

$$F_{\Psi(e)}(xy) = \min\{F_{\Psi(e_1)}(xy), F_{\Psi(e_2)}(xy), \dots, F_{\Psi(e_n)}(xy)\}$$

Tanım 4.2.17 $A = \{e_1, e_2, \dots, e_n\}$ bir parametre kümesi ve $\hat{G} = (G^*, \omega, \Psi, A)$ $G^* = (V, E)$ üzerinde bir sezgisel neutrosophic esnek graf olsun. \hat{G} nin $\delta(e_1), \delta(e_2), \dots, \delta(e_n)$ şeklindeki alt graflarının parametrik \wedge - arakesiti \wedge_P notasyonu ile gösterilir ve her $xy \in E$ için aşağıdaki şekilde tanımlanır.

$$T_{\Psi(e)}(xy) = \min\{T_{\Psi(e_1)}(xy), T_{\Psi(e_2)}(xy), \dots, T_{\Psi(e_n)}(xy)\}$$

$$I_{\Psi(e)}(xy) = \max\{I_{\Psi(e_1)}(xy), I_{\Psi(e_2)}(xy), \dots, I_{\Psi(e_n)}(xy)\}$$

$$F_{\Psi(e)}(xy) = \max\{F_{\Psi(e_1)}(xy), F_{\Psi(e_2)}(xy), \dots, F_{\Psi(e_n)}(xy)\}$$

Örnek 4.2.18 $V = \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5\}$ ve $E = \{x_1x_2, x_1x_5, x_2x_3, x_2x_4, x_2x_5, x_3x_4, x_3x_5, x_4x_5\}$ olmak üzere $G^* = (V, E)$ basit grafinı göz önüne alalım. $A = \{e_1, e_2, e_3\}$ bir parametre kümesi olsun. $\hat{G} = \{\delta(e_1), \delta(e_2), \delta(e_3)\} = \{(\omega(e_1), \Psi(e_1)), (\omega(e_2), \Psi(e_2)), (\omega(e_3), \Psi(e_3))\}$ sezgisel neutrosophic esnek grafi $G^* = (V, E)$ basit grafi üzerinde aşağıdaki şekilde tanımlansın.

$$\omega(e_1) = \{(x_1, 0.1, 0.4, 0.5), (x_2, 0.2, 0.5, 0.5), (x_3, 0.5, 0.1, 0.3), \\ (x_4, 0.3, 0.3, 0.3), (x_5, 0.5, 0.8, 0.3)\}$$

$$\Psi(e_1) = \{(x_1x_2, 0.1, 0.5, 0.9), (x_2x_3, 0.1, 0.5, 0.9), (x_1x_5, 0.1, 0.9, 0.6), \\ (x_2x_4, 0.2, 0.5, 0.9), (x_3x_4, 0.2, 0.3, 0.4), (x_2x_5, 0.1, 0.9, 0.5), (x_3x_5, 0.3, 0.9, 0.4)\}$$

$$\omega(e_2) = \{(x_1, 0.3, 0.5, 0.2), (x_2, 0.3, 0.3, 0.2), (x_3, 0.4, 0.5, 0.5), \\ (x_4, 0.2, 0.2, 0.5), (x_5, 0.4, 0.4, 0.5)\}$$

$$\Psi(e_2) = \{(x_1x_2, 0.2, 0.5, 0.4), (x_2x_3, 0.3, 0.5, 0.5), (x_1x_5, 0.1, 0.5, 0.5), \\ (x_3x_4, 0.2, 0.5, 0.5), (x_2x_5, 0.3, 0.5, 0.5)\}$$

$$\omega(e_3) = \{(x_1, 0.2, 0.4, 0.5), (x_2, 0.4, 0.5, 0.5), (x_3, 0.4, 0.3, 0.3), \\ (x_4, 0.2, 0.3, 0.4), (x_5, 0.3, 0.6, 0.3)\}$$

$$\Psi(e_3) = \{(x_1x_2, 0.2, 0.5, 0.9), (x_1x_3, 0.2, 0.6, 0.5), (x_1x_5, 0.2, 0.6, 0.5), \\ (x_2x_4, 0.2, 0.5, 0.9), (x_3x_4, 0.2, 0.5, 0.4), (x_2x_5, 0.3, 0.6, 0.5), (x_4x_5, 0.2, 0.6, 0.4)\}$$

$\delta(e_1)$, $\delta(e_2)$ ve $\delta(e_3)$ alt graflarının sırasıyla e_1 , e_2 ve e_3 parametrelerine göre matris gösterimi aşağıdaki gibidir.

$$\delta(e_1) = \begin{bmatrix} (0.0, 0.0, 0.0) & (0.1, 0.5, 0.9) & (0.0, 0.0, 0.0) & (0.0, 0.0, 0.0) & (0.1, 0.9, 0.5) \\ (0.1, 0.5, 0.9) & (0.0, 0.0, 0.0) & (0.1, 0.5, 0.9) & (0.2, 0.5, 0.9) & (0.1, 0.9, 0.5) \\ (0.0, 0.0, 0.0) & (0.1, 0.5, 0.9) & (0.0, 0.0, 0.0) & (0.2, 0.3, 0.4) & (0.3, 0.9, 0.4) \\ (0.0, 0.0, 0.0) & (0.2, 0.5, 0.9) & (0.2, 0.3, 0.4) & (0.0, 0.0, 0.0) & (0.0, 0.0, 0.0) \\ (0.1, 0.9, 0.5) & (0.1, 0.9, 0.5) & (0.3, 0.9, 0.4) & (0.0, 0.0, 0.0) & (0.0, 0.0, 0.0) \end{bmatrix}$$

$$\delta(e_2) = \begin{bmatrix} (0.0, 0.0, 0.0) & (0.2, 0.5, 0.4) & (0.0, 0.0, 0.0) & (0.0, 0.0, 0.0) & (0.1, 0.5, 0.5) \\ (0.2, 0.5, 0.4) & (0.0, 0.0, 0.0) & (0.3, 0.5, 0.5) & (0.0, 0.0, 0.0) & (0.3, 0.5, 0.5) \\ (0.0, 0.0, 0.0) & (0.3, 0.5, 0.5) & (0.0, 0.0, 0.0) & (0.2, 0.5, 0.5) & (0.0, 0.0, 0.0) \\ (0.0, 0.0, 0.0) & (0.0, 0.0, 0.0) & (0.2, 0.5, 0.5) & (0.0, 0.0, 0.0) & (0.0, 0.0, 0.0) \\ (0.1, 0.5, 0.5) & (0.3, 0.5, 0.5) & (0.0, 0.0, 0.0) & (0.0, 0.0, 0.0) & (0.0, 0.0, 0.0) \end{bmatrix}$$

$$\delta(e_3) = \begin{bmatrix} (0,0,0,0) & (0,2,0,5,0,9) & (0,2,0,6,0,5) & (0,0,0,0,0,0) & (0,2,0,6,0,5) \\ (0,2,0,5,0,9) & (0,0,0,0,0,0) & (0,0,0,0,0,0) & (0,2,0,5,0,9) & (0,3,0,6,0,5) \\ (0,2,0,6,0,5) & (0,0,0,0,0,0) & (0,0,0,0,0,0) & (0,2,0,5,0,4) & (0,0,0,0,0,0) \\ (0,0,0,0,0,0) & (0,2,0,5,0,9) & (0,2,0,5,0,4) & (0,0,0,0,0,0) & (0,2,0,6,0,4) \\ (0,2,0,6,0,5) & (0,3,0,6,0,5) & (0,0,0,0,0,0) & (0,2,0,6,0,4) & (0,0,0,0,0,0) \end{bmatrix}$$

\hat{G} nin $\delta(e_1)$, $\delta(e_2)$ ve $\delta(e_3)$ alt graflarının parametrik \vee - birleşimi aşağıdaki gibidir

$$\delta_{\vee_P}(e) = \begin{bmatrix} (0,0,0,0,0,0) & (0,2,0,5,0,4) & (0,2,0,0,0,0) & (0,0,0,0,0,0) & (0,2,0,5,0,5) \\ (0,2,0,5,0,4) & (0,0,0,0,0,0) & (0,3,0,0,0,0) & (0,2,0,0,0,0) & (0,3,0,5,0,5) \\ (0,2,0,0,0,0) & (0,3,0,0,0,0) & (0,0,0,0,0,0) & (0,2,0,3,0,4) & (0,3,0,0,0,0) \\ (0,0,0,0,0,0) & (0,2,0,0,0,0) & (0,2,0,3,0,4) & (0,0,0,0,0,0) & (0,2,0,0,0,0) \\ (0,2,0,5,0,5) & (0,3,0,5,0,5) & (0,3,0,0,0,0) & (0,2,0,0,0,0) & (0,0,0,0,0,0) \end{bmatrix}$$

\hat{G} nin $\delta(e_1)$, $\delta(e_2)$ ve $\delta(e_3)$ alt graflarının parametrik \wedge - arakesiti aşağıdaki gibidir.

$$\delta_{\wedge_P}(e) = \begin{bmatrix} (0,0,0,0,0,0) & (0,1,0,5,0,9) & (0,0,0,6,0,5) & (0,0,0,0,0,0) & (0,1,0,9,0,5) \\ (0,1,0,5,0,9) & (0,0,0,0,0,0) & (0,0,0,5,0,9) & (0,0,0,5,0,9) & (0,1,0,9,0,5) \\ (0,0,0,6,0,5) & (0,0,0,5,0,9) & (0,0,0,0,0,0) & (0,2,0,5,0,5) & (0,0,0,9,0,4) \\ (0,0,0,0,0,0) & (0,0,0,5,0,9) & (0,2,0,5,0,5) & (0,0,0,0,0,0) & (0,0,0,6,0,4) \\ (0,1,0,9,0,5) & (0,1,0,9,0,5) & (0,0,0,9,0,4) & (0,0,0,6,0,4) & (0,0,0,0,0,0) \end{bmatrix}$$

Tanım 4.2.18 $(\omega, A) = \{\langle x, T_{\omega(e)}(x), I_{\omega(e)}(x), F_{\omega(e)}(x) \rangle : x \in X, e \in A\}$ X üzerinde tanımlı bir sezgisel neutrosophic esnek küme olsun. $x \in X$ elemanının (ω, A) kümesi için durulaştırılmış üyelik derecesi aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$S(x) = \frac{1}{3} [T_{\omega(e)}(x) + 1 - I_{\omega(e)}(x) + 1 - F_{\omega(e)}(x)]$$

Örnek 4.2.19 Örnek 4.2.17 deki (Ψ, A) sezgisel neutrosophic esnek kümesini ele alalım. $(x_3x_4, 0,2,0,3,0,4) \in \Psi(e_1)$ elemanının durulaştırılmış üyelik derecesi aşağıdaki gibi elde edilir.

$$\begin{aligned} S_{e_1}(x_1x_5) &= \frac{T_{\omega(e_1)}(x_1x_5) + 1 - I_{\omega(e_1)}(x_1x_5) + 1 - F_{\omega(e_1)}(x_1x_5)}{3} \\ &= \frac{0,2 + 1 - 0,3 + 1 - 0,4}{3} = \frac{1,5}{3} \\ &= 0,5 \end{aligned}$$

4.3 Sezgisel Neutrosophic Esnek Grafların Karar Verme Problemine Uygulanışı

Dünya futbolundan iyi bir forvet oyuncusunu seçmeye çalışan bir bilgisayar için bir algoritma geliştirmeye çalışan Bay Q; Avrupa'nın beş majör ligi olan İspanya, İtalya, İngiltere, Fransa ve Almaya liglerinden beş futbolcunun verilerini sezgisel neutrosophic esnek graflar yardımıyla karşılaştırarak sonuca ulaşmaya çalışacak. Bay Q, $V = \{t_1, t_2, t_3, t_4, t_5\}$ ile futbolcuların kümesini gösteriyor. Bu futbolcuları $A = \{e_1 = \text{hücum özellikleri}, e_2 = \text{teknik özellikler}, e_3 = \text{zihinsel özellikler}, e_4 = \text{fiziksel özellikler}, e_5 = \text{çabukluk}\}$ kümesindeki parametrelere göre değerlendiriyor. Futbolcuların hücum özelliklerini çalım atabilme, uzaktan şut çekebilme, rakip defans oyuncularına baskı uygulayabilme (hücum press) gibi nitelikleri bir araya getirilerek elde edilmiştir. Teknik özellikleri gol vuruşu dediğimiz bitiricilik, top tekniği, top kapabilme yetisi, kornere kullanma becerisi gibi yetenekler harmanlanarak elde edilmiştir. Zihinsel özellikleri takıma liderlik edebilme, bazı özel yetenekler ve oyun içinde inisiyatif alabilmeyi sağlayan cesaret ile soğukkanlılık nitelikleri kullanılarak elde edilmiştir. Fiziksel özellikler maç boyunca dengeli kalabilme, çeviklik, zindelik ve güçlü olabilme gibi vasıflar birleştirilerek elde edilmiştir. Çabukluk özelliği ise koşu mesafesi ile hızlı top sürebilme nitelikleri bir araya getirilerek oluşturulmuştur.

$(\omega, A) = \{\omega(e_1), \omega(e_2), \omega(e_3), \omega(e_4), \omega(e_5)\}$ sezgisel neutrosophic esnek kümesi V deki her bir futbolcunun A daki tüm parametrelere göre veriler derleyen uzman futbol sitelerinden faydalanılarak aşağıdaki gibi elde edilmiştir.

$$\omega(e_1) = \{(t_1, 1.0, 0.3, 0.4), (t_2, 0.8, 0.2, 0.2), (t_3, 0.8, 0.4, 0.2), \\ (t_4, 0.8, 0.3, 0.5), (t_5, 0.7, 0.3, 0.3)\}$$

$$\omega(e_2) = \{(t_1, 1.0, 0.2, 0.5), (t_2, 0.8, 0.1, 0.3), (t_3, 0.8, 0.3, 0.3), \\ (t_4, 0.8, 0.2, 0.5), (t_5, 0.8, 0.2, 0.4)\}$$

$$\begin{aligned}\omega(e_3) &= \{(t_1, 0.8, 0.1, 0.5), (t_2, 0.7, 0.0, 0.4), (t_3, 0.8, 0.2, 0.4), \\ &\quad (t_4, 0.7, 0.1, 0.5), (t_5, 0.8, 0.1, 0.5)\} \\ \omega(e_4) &= \{(t_1, 0.2, 0.5, 0.7), (t_2, 0.1, 0.3, 0.8), (t_3, 0.3, 0.3, 0.7), \\ &\quad (t_4, 0.2, 0.5, 0.8), (t_5, 0.2, 0.4, 0.8)\} \\ \omega(e_5) &= \{(t_1, 0.3, 0.4, 0.7), (t_2, 0.2, 0.2, 0.8), (t_3, 0.4, 0.2, 0.7), \\ &\quad (t_4, 0.3, 0.5, 1.0), (t_5, 0.3, 0.3, 0.7)\}\end{aligned}$$

$E = \{t_1t_2, t_1t_3, t_1t_4, t_1t_5, t_2t_3, t_2t_4, t_2t_5, t_3t_4, t_3t_5, t_4t_5\}$ kümesi de V kümesindeki futbolcuların ikişer ikişer her bir parametreye göre aralarındaki ilişkiyi gösterecek şekilde aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

$$\begin{aligned}\Psi(e_1) &= \{(t_1t_2, 0.7, 0.3, 0.4), (t_1t_5, 0.7, 0.3, 0.4), (t_2t_3, 0.8, 0.4, 0.4), \\ &\quad (t_2t_4, 0.7, 0.3, 0.5), (t_2t_5, 0.7, 0.3, 0.3), (t_3t_4, 0.8, 0.4, 0.5), \\ &\quad (t_1t_3, 0.7, 0.5, 0.5), (t_1t_4, 0.8, 0.3, 0.5), (t_3t_5, 0.7, 0.4, 0.5), \\ &\quad (t_4t_5, 0.7, 0.3, 0.5)\} \\ \Psi(e_2) &= \{(t_1t_2, 0.8, 0.2, 0.5), (t_1t_3, 0.7, 0.3, 0.5), (t_1t_5, 0.6, 0.4, 0.5), \\ &\quad (t_2t_3, 0.7, 0.3, 0.4), (t_2t_5, 0.7, 0.3, 0.4), (t_3t_4, 0.7, 0.3, 0.5), \\ &\quad (t_4t_5, 0.8, 0.2, 0.5), (t_1t_4, 0.8, 0.3, 0.5), (t_2t_4, 0.8, 0.2, 0.5), \\ &\quad (t_3t_5, 0.8, 0.3, 0.4)\} \\ \Psi(e_3) &= \{(t_1t_2, 0.7, 0.1, 0.5), (t_1t_3, 0.8, 0.2, 0.5), (t_1t_5, 0.8, 0.1, 0.5), \\ &\quad (t_2t_3, 0.7, 0.3, 0.4), (t_2t_4, 0.7, 0.3, 0.5), (t_2t_5, 0.7, 0.3, 0.5), \\ &\quad (t_3t_4, 0.7, 0.3, 0.5), (t_4t_5, 0.7, 0.1, 0.5), (t_1t_4, 0.6, 0.3, 0.5), \\ &\quad (t_3t_5, 0.8, 0.3, 0.5)\}\end{aligned}$$

$$\Psi(e_4) = \{(t_1t_2, 0.1, 0.5, 0.8), (t_1t_3, 0.2, 0.5, 0.7), (t_1t_5, 0.2, 0.5, 0.8), \\ (t_2t_3, 0.1, 0.3, 0.8), (t_2t_4, 0.1, 0.5, 0.8), (t_2t_5, 0.1, 0.4, 0.8), \\ (t_3t_4, 0.2, 0.5, 0.8), (t_4t_5, 0.2, 0.5, 0.8), (t_1t_4, 0.2, 0.5, 0.8), \\ (t_3t_5, 0.2, 0.4, 0.8)\}$$

$$\Psi(e_5) = \{(t_1t_2, 0.2, 0.4, 0.8), (t_1t_3, 0.3, 0.4, 0.7), (t_1t_5, 0.3, 0.4, 0.7), \\ (t_2t_3, 0.2, 0.2, 0.8), (t_2t_4, 0.2, 0.5, 1.0), (t_2t_5, 0.2, 0.3, 0.8), \\ (t_3t_4, 0.3, 0.5, 1.0), (t_4t_5, 0.3, 0.5, 1.0), (t_1t_4, 0.3, 0.5, 1.0), \\ (t_3t_5, 0.3, 0.3, 0.7)\}$$

$\delta(e_1) = (\omega(e_1), \Psi(e_1))$, $\delta(e_2) = (\omega(e_2), \Psi(e_2))$, $\delta(e_3) = (\omega(e_3), \Psi(e_3))$, $\delta(e_4) = (\omega(e_4), \Psi(e_5))$ ve $\delta(e_5) = (\omega(e_5), \Psi(e_5))$ sezgisel neutrosophic esnek graflarının sırasıyla e_1 , e_2 , e_3 , e_4 ve e_5 parametrelerine göre matris formu aşağıdaki gibi elde edilir.

$$\delta(e_1) = \begin{bmatrix} (0.0, 0.0, 0.0) & (0.7, 0.3, 0.4) & (0.7, 0.5, 0.5) & (0.8, 0.3, 0.5) & (0.7, 0.3, 0.4) \\ (0.7, 0.3, 0.4) & (0.0, 0.0, 0.0) & (0.8, 0.4, 0.4) & (0.7, 0.3, 0.5) & (0.7, 0.3, 0.3) \\ (0.7, 0.5, 0.5) & (0.8, 0.4, 0.4) & (0.0, 0.0, 0.0) & (0.7, 0.3, 0.5) & (0.7, 0.4, 0.5) \\ (0.8, 0.3, 0.5) & (0.7, 0.3, 0.5) & (0.7, 0.3, 0.5) & (0.0, 0.0, 0.0) & (0.7, 0.3, 0.5) \\ (0.7, 0.3, 0.4) & (0.7, 0.3, 0.3) & (0.7, 0.4, 0.5) & (0.7, 0.3, 0.5) & (0.0, 0.0, 0.0) \end{bmatrix}$$

$$\delta(e_2) = \begin{bmatrix} (0.0, 0.0, 0.0) & (0.8, 0.2, 0.5) & (0.7, 0.3, 0.5) & (0.8, 0.3, 0.5) & (0.6, 0.4, 0.5) \\ (0.8, 0.2, 0.5) & (0.0, 0.0, 0.0) & (0.7, 0.3, 0.4) & (0.8, 0.2, 0.5) & (0.7, 0.3, 0.4) \\ (0.7, 0.3, 0.5) & (0.7, 0.3, 0.4) & (0.0, 0.0, 0.0) & (0.8, 0.4, 0.5) & (0.8, 0.3, 0.4) \\ (0.8, 0.3, 0.5) & (0.8, 0.2, 0.5) & (0.8, 0.4, 0.5) & (0.0, 0.0, 0.0) & (0.8, 0.2, 0.5) \\ (0.6, 0.4, 0.5) & (0.7, 0.3, 0.4) & (0.8, 0.3, 0.4) & (0.8, 0.2, 0.5) & (0.0, 0.0, 0.0) \end{bmatrix}$$

$$\delta(e_3) = \begin{bmatrix} (0.0, 0.0, 0.0) & (0.7, 0.1, 0.5) & (0.8, 0.2, 0.5) & (0.6, 0.3, 0.5) & (0.8, 0.1, 0.5) \\ (0.7, 0.1, 0.5) & (0.0, 0.0, 0.0) & (0.7, 0.3, 0.4) & (0.7, 0.3, 0.5) & (0.7, 0.3, 0.5) \\ (0.8, 0.2, 0.5) & (0.7, 0.3, 0.4) & (0.0, 0.0, 0.0) & (0.7, 0.3, 0.5) & (0.8, 0.3, 0.5) \\ (0.6, 0.3, 0.5) & (0.7, 0.3, 0.5) & (0.7, 0.3, 0.5) & (0.0, 0.0, 0.0) & (0.7, 0.1, 0.5) \\ (0.8, 0.1, 0.5) & (0.7, 0.3, 0.5) & (0.8, 0.3, 0.5) & (0.7, 0.1, 0.5) & (0.0, 0.0, 0.0) \end{bmatrix}$$

$$\delta(e_4) = \begin{bmatrix} (0.0, 0.0, 0.0) & (0.1, 0.5, 0.8) & (0.2, 0.5, 0.7) & (0.2, 0.5, 0.8) & (0.2, 0.5, 0.8) \\ (0.1, 0.5, 0.8) & (0.0, 0.0, 0.0) & (0.1, 0.3, 0.8) & (0.1, 0.5, 0.8) & (0.1, 0.4, 0.8) \\ (0.2, 0.5, 0.7) & (0.1, 0.3, 0.8) & (0.0, 0.0, 0.0) & (0.2, 0.5, 0.8) & (0.2, 0.4, 0.8) \\ (0.2, 0.5, 0.8) & (0.1, 0.5, 0.8) & (0.2, 0.5, 0.8) & (0.0, 0.0, 0.0) & (0.2, 0.5, 0.8) \\ (0.2, 0.5, 0.8) & (0.1, 0.4, 0.8) & (0.2, 0.4, 0.8) & (0.2, 0.5, 0.8) & (0.0, 0.0, 0.0) \end{bmatrix}$$

$$\delta(e_5) = \begin{bmatrix} (0.0, 0.0, 0.0) & (0.2, 0.4, 0.8) & (0.3, 0.4, 0.7) & (0.3, 0.5, 1.0) & (0.3, 0.4, 0.7) \\ (0.2, 0.4, 0.8) & (0.0, 0.0, 0.0) & (0.2, 0.2, 0.8) & (0.2, 0.5, 1.0) & (0.2, 0.3, 0.8) \\ (0.3, 0.4, 0.7) & (0.2, 0.2, 0.8) & (0.0, 0.0, 0.0) & (0.3, 0.5, 1.0) & (0.3, 0.3, 0.7) \\ (0.3, 0.5, 1.0) & (0.2, 0.5, 1.0) & (0.3, 0.5, 1.0) & (0.0, 0.0, 0.0) & (0.3, 0.5, 1.0) \\ (0.3, 0.4, 0.7) & (0.2, 0.3, 0.8) & (0.3, 0.3, 0.7) & (0.3, 0.5, 1.0) & (0.0, 0.0, 0.0) \end{bmatrix}$$

$\{\delta(e_1), \delta(e_2), \delta(e_3), \delta(e_4), \delta(e_5)\}$ sezgisel neutrosophic esnek alt graflarına \vee_P ve \wedge_P operatörleri uygulanmasıyla oluşan sonuç matrisleri aşağıda verilmiştir.

\hat{G} nin $\delta(e)$ alt graflarının parametrik \vee - birleşiminin matrisi:

$$\delta_{\vee_P}(e) = \begin{bmatrix} (0.0, 0.0, 0.0) & (0.8, 0.1, 0.4) & (0.8, 0.2, 0.5) & (0.8, 0.3, 0.5) & (0.8, 0.1, 0.4) \\ (0.8, 0.1, 0.4) & (0.0, 0.0, 0.0) & (0.8, 0.2, 0.4) & (0.8, 0.2, 0.5) & (0.7, 0.3, 0.3) \\ (0.8, 0.2, 0.5) & (0.8, 0.2, 0.4) & (0.0, 0.0, 0.0) & (0.8, 0.3, 0.5) & (0.8, 0.3, 0.4) \\ (0.8, 0.3, 0.5) & (0.8, 0.2, 0.5) & (0.8, 0.3, 0.5) & (0.0, 0.0, 0.0) & (0.8, 0.1, 0.5) \\ (0.8, 0.1, 0.4) & (0.7, 0.3, 0.3) & (0.8, 0.3, 0.4) & (0.8, 0.1, 0.5) & (0.0, 0.0, 0.0) \end{bmatrix}$$

\hat{G} nin $\delta(e)$ alt graflarının parametrik \wedge - arakesitinin matrisi:

$$\delta_{\wedge_P}(e) = \begin{bmatrix} (0.0, 0.0, 0.0) & (0.1, 0.5, 0.8) & (0.2, 0.5, 0.7) & (0.2, 0.5, 1.0) & (0.2, 0.5, 0.7) \\ (0.1, 0.5, 0.8) & (0.0, 0.0, 0.0) & (0.1, 0.4, 0.8) & (0.1, 0.5, 1.0) & (0.1, 0.4, 0.8) \\ (0.2, 0.5, 0.7) & (0.1, 0.4, 0.8) & (0.0, 0.0, 0.0) & (0.2, 0.5, 1.0) & (0.2, 0.4, 0.8) \\ (0.2, 0.5, 1.0) & (0.1, 0.5, 1.0) & (0.2, 0.5, 1.0) & (0.0, 0.0, 0.0) & (0.2, 0.5, 1.0) \\ (0.2, 0.5, 0.8) & (0.1, 0.4, 0.8) & (0.2, 0.4, 0.8) & (0.2, 0.5, 1.0) & (0.0, 0.0, 0.0) \end{bmatrix}$$

Daha sonra bu matrislerin durulaştırılmış üyelik dereceleri hesaplanarak aşağıdaki tercih değerleri skor çizelgeleri elde edilir.

Çizelge 4.24: $\delta_{\vee_P}(e)$ nin tercih değerlerinin skor çizelgesi

	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	h'_{t_k}
t_1	0.667	0.767	0.700	0.667	0.767	3.568
t_2	0.767	0.667	0.733	0.700	0.700	3.567
t_3	0.700	0.733	0.667	0.667	0.700	3.467
t_4	0.667	0.700	0.667	0.667	0.733	3.434
t_5	0.767	0.700	0.700	0.733	0.667	3.567

Çizelge 4.25: $\delta_{\wedge_P}(e)$ nin tercih değerlerinin skor çizelgesi

	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	h''_{t_k}
t_1	0.667	0.267	0.333	0.233	0.333	1.833
t_2	0.267	0.667	0.300	0.200	0.300	1.734
t_3	0.333	0.300	0.667	0.233	0.333	1.866
t_4	0.233	0.200	0.233	0.667	0.233	1.566
t_5	0.333	0.300	0.333	0.333	0.667	1.966

Burada h'_{t_k} ve h''_{t_k} değerleri tercih değerlerinin toplamıyla elde edilmiş değerlerdir. Daha sonra bu değerlerin aritmetik ortalaması hesaplanırsa aşağıdaki skorlar elde edilir. En yüksek skora sahip olan t_5 futbolcusu seçenekler arasındaki en uygun forvet oyuncusudur.

Çizelge 4.26: h'_{t_k} , h''_{t_k} ve bunların toplamının yarısı h_{t_k}

	h'_{t_k}	h''_{t_k}	h_{t_k}
t_1	3.568	1.833	2.700
t_2	3.567	1.734	2.650
t_3	3.467	1.866	2.666
t_4	3.434	1.566	2.500
t_5	3.567	1.966	2.766*

Karar verme problemi için algoritmamız aşağıdaki gibidir.

- 1) Öncelikle probleme konu olan elemanları V kümesinde göster ve daha sonra bu elemanların ikili mukayesesi ile E kümesini oluştur.
- 2) Problem çözülürken hangi kısıtlardan değerlendirme ölçęęi olarak faydalanılacağını A parametre kümesinin elemanları olarak göster.
- 3) Veri havuzu oluşturup görsel kolaylık sağlamak amacıyla verileri çizelgeye aktar.
- 4) V ve E kümesinin her bir elemanının parametre kümelerine karşılık değerlerini ifade eden (ω, A) ve (Ψ, A) sezgisel neutrosophic esnek kümelerini oluştur.
- 5) (ω, A) ve (Ψ, A) kümeleri yardımıyla \hat{G} sezgisel neutrosophic esnek grafını belirle.
- 6) \hat{G} ya \vee_P ve \wedge_P operatörlerinin uygulanmasıyla elde edilen sonuç matrisini göster.
- 7) \hat{G} nin \vee_P ve \wedge_P matrislerindeki elemanların tercih değerlerini belirleyip verileri δ_{\vee_P} ve δ_{\wedge_P} skor çizelgelerinde göster ve bunları topla.
- 8) Madde 7 deki skor değerlerini toplayıp ikiye böl.
- 9) Madde 8 de elde edilen veriler içerisinde en yüksek skoru seçip sonuca ulaş.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Farklı alanlarda çeşitli nedenlerden ortaya çıkan belirsizliğin tek bir matematiksel yaklaşımla ele alınamayacağı açıktır. Belirsizlik içeren problemlerin matematiksel olarak modellenmesi ve buna göre çözümlerin geliştirilmesi disiplinler arası araştırmaların en önemli konularından biridir. Bu nedenle belirsizlik içeren problemlerin çözümü için birçok teori geliştirilmiştir. Bunlardan bazıları bulanık küme teorisi, sezgisel bulanık küme teorisi ve esnek küme teorisi. Öte yandan neurosophic küme teorisi ise, eksik ve belirsiz bilgilerle başa çıkmak için geliştirilmiş yeni bir matematiksel yaklaşımdır. Neutrosophic kümeler, sezgisel bulanık kümelerin bir genellemesidir. Neutrosophic kümeler, doğru, belirsiz ve yanlış üyelik fonksiyonu adı verilen üç üyelik fonksiyonu yardımıyla ifade edilir. Diğer bulanık modellerle karşılaştırıldığında, neurosophic esnek modeller, karmaşık sistemler için daha hassas değerlendirme sağlamaktadır. Sezgisel neutrosophic esnek küme teorisi ise belirsizliklere çözüm geliştirmede mevcut matematiksel yaklaşımlardan güçlükleri aşabilme yetisiyle pozitif yönde ayrılmaktadır. Birçok farklı alanda karmaşık problemlerin çözümünde kullanılan graf teorisi ise bir diğer önemli matematiksel araçtır. Graflar, belirli bir kümedeki öğeler arasındaki ilişkiyi ortaya koymak için kullanılır. Graf teorisi ve bulanık grafik teorisi, sağladığı kolaylıklar nedeniyle karmaşık sistemlerin modellenmesinde birçok uygulama barındırmaktadır.

Bu tez çalışmasında sezgisel neutrosophic esnek kümeler graf yapısı üzerinde ele alındı ve sezgisel neutrosophic esnek graf yapısı incelendi. Üstelik sezgisel neutrosophic esnek grafların bir karar verme problemindeki uygulaması değerlendirilerek yeni sonuçlara ulaşıldı.

Tezimizde elde ettiğimiz sonuçlar aşağıdaki gibidir.

1. Sezgisel neutrosophic esnek kümelerde mevcut olan ikili işlemler kullanılarak sezgisel neutrosophic esnek graflar için söz konusu operatörlerin etkileri araştırılmıştır.
2. Sezgisel neutrosophic esnek kümelerde " $\hat{\subseteq}$ ", " $\hat{\cup}$ ", " $\hat{\cap}$ ", " $\hat{\cap}$ ", " $\hat{\cap}$ ", " $\hat{\vee}$ ", " $\hat{\wedge}$ " ve " $\hat{\times}$ " bağıntıları ve ikili işlemleri tanıtılarak bunlara ait bir takım özel sonuçlar elde edilmiştir.

3. Sezgisel neutrosophic esnek graflarda yeni matematiksel operatörler verilmiş, bu operatörlere ait özellikler incelenmiş ve ilgili sonuçlar değerlendirilmiştir.

4. Sezgisel neutrosophic esnek graflarda "parametrik \vee – birleşim" ve "parametrik \wedge – arakesit" işlemleri ile yeni bir algoritma oluşturulmuştur. Elde edilen algoritma bir karar verme problemine uygulanmıştır. Bu uygulama ile kulüp, teknik ekip ve oyuncular gibi spor organizasyonlarının paydaşları ele alınarak gerçek zamanlı bilgiye dayalı süreç analizi ile en doğru ve hatayı minimuma indiren kararlar verilebileceği gösterilmiştir.

5. Sezgisel neutrosophic esnek grafların yalnızca teorik açıdan değil aynı zamanda uygulama açısından da önemli sonuçlar verdiği gösterilmiştir.

Bu sonuçlar da dikkate alındığında aşağıdaki önerilerde bulunabiliriz.

1. Sezgisel neutrosophic esnek kümeler farklı matematiksel yapılar üzerinde yeniden değerlendirilebilir ve elde edilecek yeni yapılara ait özellikler incelenebilir.

2. Sezgisel neutrosophic esnek graflar, başka bilim insanlarına da yön verecek şekilde tanıtılıp ve de özellikle bilgisayar programları ile desteklenerek bilimin farklı alanlarıyla birlikte yeni sonuçlar elde edilmesi amaçlanabilir.

KAYNAKLAR

- [1] Acar, U., Koyuncu, F. & Tanay, B. (2010). Soft Sets and Soft Rings. *Computers and Mathematics with Applications*, 59(2010), 3458–3463.
- [2] Akram, M. & Nawaz, S. (2015). Operations on Soft Graphs. *Fuzzy Information and Engineering*, 7(4), 423–449.
- [3] Akram, M. & Shahzadi, S. (2016). Neutrosophic Soft Graphs with Application. *Journal of Intelligent and Fuzzy Systems*, 32(1), 41–58.
- [4] Akram M. & Sitara M. (2017). Application of Intuitionistic Neutrosophic Graph Structures in Decision-Making. *Annals of Fuzzy Mathematics and Informatics*, 14(1), 1–27.
- [5] Aktaş, H. & Çağman, N. (2007). Soft sets and soft groups. *Information Science*, 177, 2726–2735.
- [6] Atanassov, K. (1986). Intuitionistic fuzzy sets. *Fuzzy Sets and Systems*, 20, 87–96.
- [7] Bellman, R.E. & Zadeh, L.A. (1970). Decision-Making in a Fuzzy Environment. *Management Science*, 17(4), B-141–B-164.
- [8] Bera, T. & Mahapatra, N.K. (2016). Introduction to Neutrosophic Soft Groups. *Neutrosophic Sets and Systems*, 13, 118–127.
- [9] Bera, T. & Mahapatra, N.K. (2016). On Neutrosophic Soft Function. *Annals of Fuzzy Mathematics and Informatics*, 12(1), 101–119.
- [10] Bhattacharya, P. (1987). Some Remarks on Fuzzy Graphs. *Pattern Recognition Letters*, 6(5), 297–302.
- [11] Bhowmik, M. & Madhumangal, P. (2010). Intuitionistic Neutrosophic Set Relations and Some of Its Properties. *Journal of Computing and Information Science in Engineering*, 5(3), 183–192.

- [12] Broumi, S. (2013). Generalized Neutrosophic Soft Set. *International Journal of Computer Science, Engineering and Information Technology*, doi: 10.5121/ijcseit.2013.3202.
- [13] Broumi, S. & Samarandache, F.(2013). Intuitionistic Neutrosophic Soft Set. *Journal of Information and Computing Science*, 8(2), 130–140.
- [14] Broumi, S. & Samarandache, F.(2013). More on Intuitionistic Neutrosophic Soft Set. *Computer Science and Information Technology*, 1(4), 257–268.
- [15] Bustince, H. & Burillo, P., (1996). Vague Sets Are Intuitionistic Fuzzy Sets. *Fuzzy Sets and Systems*, 79(3), 403–405.
- [16] Chiang, D. & Lin, N. (1999). Correlation of fuzzy sets. *Fuzzy Sets and Systems*, 102(2), 221–226.
- [17] Çelik, Y. (2020). *Renewed Concept of Neutrosophic Soft Graphs*. 3rd International Conference on Mathematical and Related Sciences: Current Trends and Developments, 20-22 November, Online Meeting, Turkey.
- [18] De, S.K., Biswas, R. & Roy, A.R. (2001). An Application of Intuitionistic Fuzzy Sets in Medical Diagnosis. *Science Direct*, 117(2), 209–213.
- [19] Debnath, S. (2021). Application of Intuitionistic Neutrosophic Soft Sets in Decision Making Based on Game Theory. *International Journal of Neutrosophic Science*, 14(2), 83–97.
- [20] Deli, I. & Broumi, S. (2015). Neutrosophic Soft Matrices and NSM - Decision Making. *Journal of Intelligent Fuzzy Systems*, 28(5), 2233–2241.
- [21] Erdős, P. (1959). Graph Theory and Probability. *Canadian Journal of Mathematics*, 11, 34–38.
- [22] Euler, L. (1736). Solutio problematis ad geometriam situs pertinentis. *Commentarii Academiae Scientiarum Imperialis Petropolitanae*, 8, 128–140.
- [23] Imrich, W., Klavzar, S. & Rall, D.F. (2008). Topics in Graph Theory. Graphs and Their Cartesian Products, CRC Press, 219 pp.

- [24] Kandasamy, W.B.V., Ilanthenral, K. & Smarandache, F. (2015). Neutrosophic Graphs. A New Dimension to Graph Theory, EuropaNova, Belgium, 124 pp.
- [25] Karataş, S. & Kuru C. (2016). Neutrosophic Topology. *Neutrosophic Sets and Systems*, 13, 90–96.
- [26] Leeuwen, J.V. (1990). Graph Algorithms. In Handbook of Theoretical Computer Science, Volume A: Algorithms and Complexity, doi: /10.1016/B978-0-444-88071-0.50015-1.
- [27] Maiers, J. & Sherif, Y.S. (1985). Applications of Fuzzy Set Theory. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 15(1), 175–189.
- [28] Maji, P. K. (2013). Neutrosophic soft set. *Annals of Fuzzy mathematics and Informatics*, 5(1), 157–168.
- [29] Maji, P.K. & Roy, A.R. (2002). An Application of Soft Sets in A Decision Making Problem. *Computers and Mathematics with Applications*, 44, 1077–1083.
- [30] Majumdar P. (2015). Neutrosophic Sets and Its Applications to Decision Making. Computational Intelligence for Big Data Analysis. Adaptation, Learning, and Optimization book series, Springer, 19, 97–115.
- [31] Majumdar, P. & Samanta, S.K.(2008). Similarity Measure of Soft Sets. *New Mathematics and Natural Computation*, 4(1), 1–12.
- [32] Molodtsov, D. (1999). Soft set theory - first results. *Computers and Mathematics with Applications*, 37, 19–31.
- [33] Molodtsov, D. (2004). The Theory of Soft Sets. URSS Publishers, Moscow.
- [34] Molodtsov, D., Leonov, V.Y. & Kovkov, D.V. (2006). Soft Sets Technique and Its Application. *Nechetkie Sistemy i Myagkie Vychisleniya*, 1(1), 8–39.
- [35] Mordeson, J.N. & Peng, C. S. (1994). Operations on Fuzzy Graphs. *Information Sciences*, 79(3-4), 159–170.

- [36] Mullai, M., Broumi, S. & Jeyabalan, R. (2019). Homomorphism and Isomorphism in Strong Neutrosophic Graphs. *International Journal of Neutrosophic Science*, 0(1), 8–20.
- [37] Ramot, D., Milo, R., Friedman, M. & Kandel, A. (2002). Complex Fuzzy Sets. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 10(2), 171–186.
- [38] Rosenfeld, A. (1975). Fuzzy Graphs. *Fuzzy Sets and Their Applications to Cognitive and Decision Processes*, Academic Press, 77–95.
- [39] Schaeffer, S.E. (2007). Graph Clustering. *Computer Science Review*, 1(1), 27–64.
- [40] Sezgin, A. & Atagün, A.O. (2011). On Operations of Soft Sets. *Computers and Mathematics with Applications*, 61(5), 1457–1467.
- [41] Shah, N. & Hussain, A. (2016). Neutrosophic Soft Graphs. *Neutrosophic Sets and Systems*, 11, 31–40.
- [42] Smarandache, F. (2005). Neutrosophic set - a generalization of the intuitionistic fuzzy set. *International Journal of Pure and Applied Mathematics*, 24(3), 287–297.
- [43] Szmidt, E. & Kacprzyk, J. (2001). Entropy for Intuitionistic Fuzzy Sets. *Fuzzy Sets and Systems*, 118(3), 467–477.
- [44] Şahin, R. (2019). An Approach to Neutrosophic Graph Theory with Applications. *Methodologies and Application*, 23, 569–581.
- [45] Thumbakara, R.K. & George, B. (2014). Soft Graphs. *General Mathematics Notes*, 21(2), 75–86.
- [46] Uluçay, V., Şahin, M. & Hassan, N. (2018). Generalized Neutrosophic Soft Expert Set for Multiple-Criteria Decision-Making. *Symmetry*, 10(14), 437.
- [47] Vasudev, C. (2006). Graph theory with applications. New age international publishers, 446 pp.
- [48] Xu, Z. & Yager, R.R. (2006). Some Geometric Aggregation Operators Based on Intuitionistic Fuzzy Sets. *International Journal of General Systems*, 35(4), 417–433.

- [49] Yao, Y.Y. (1998). A comparative study of fuzzy sets and rough sets, *Information Sciences*, 109(1-4), 227–242.
- [50] Yeh, R.T. & Bang, S.Y. (1975). Fuzzy Relations, Fuzzy Graphs, and Their Applications to Clustering Analysis. Fuzzy Sets and their Applications to Cognitive and Decision Processes, Academic Press, Berkeley, California.
- [51] Young, V. R. (1996). Fuzzy Subsethood. *Fuzzy Sets and Systems*, 77(3), 371–384.
- [52] Zadeh, L. (1965). Fuzzy Sets. *Information and Control*, 8, 338–353.
- [53] Zadeh, L.A. (1996). Fuzzy Sets and Their Application to Pattern Classification and Clustering Analysis. *Advances in Fuzzy Systems*, 355–393.
- [54] Zadeh, L.A. (1975). The Concept of a Linguistic Variable and Its Application to Approximate Reasoning-III. *Information Sciences*, 9(1), 43–80.
- [55] Zhang, H., Wang, J. & Chen, X. (2013). Interval Neutrosophic Sets and Their Application in Multicriteria Decision Making Problems. *Scientific World Journal*, doi: /10.1155/2014/645953.
- [56] Zou, Y. & Xiao, Z. (2008). Data Analysis Approaches of Soft Sets Under Incomplete Information. *Knowledge-Based Systems*, 21(8), 941–945.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Onur ZİHNİ
Doğum Yeri	
Doğum Tarihi	
Uyruğu	<input checked="" type="checkbox"/> T.C. <input type="checkbox"/> Diğer:
Telefon	
E-Posta Adresi	
Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Fakülte	Fen Edebiyat Fakültesi
Bölümü	Matematik Bölümü
Mezuniyet Yılı	16.06.2008
Yüksek Lisans	
Üniversite	Başkent Üniversitesi
Enstitü Adı	Eğitim Bilimleri Enstitüsü
Programı	Ortaöğretim Alan Öğretmenliği (Tezsiz)
Mezuniyet Yılı	13.05.2009
Yüksek Lisans	
Üniversite	Ordu Üniversitesi
Enstitü Adı	Fen Bilimleri Enstitüsü
Programı	Matematik (Tezli)
Mezuniyet Yılı	22.01.2016