T.C.
ORDU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

NEUTROSOPHİC TOPOLOJİK UZAYLARDA KOMPAKTLIK

Burak KILIÇ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ORDU 2017

TEZ ONAY

Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü öğrencisi Burak KILIÇ tarafından hazırlanan ve Yrd. Doç. Dr. Yıldıray ÇELİK danışmanlığında yürütülen "Neutrosophic Topolojik Uzaylarda Kompaktlık" adlı bu tez, jürimiz tarafından 18 / 12 / 2017 tarihinde oy birliği / ~~oy çokluğu~~ ile Matematik Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Yıldıray ÇELİK

Başkan	:	Yrd. Doç. Dr. Kerim BEKAR Matematik, Giresun Üniversitesi	İmza :
Üye	:	Yrd. Doç. Dr. Mehmet KORKMAZ Matematik, Ordu Üniversitesi	İmza :
Üye	:	Yrd. Doç. Dr. Yıldıray ÇELİK Matematik, Ordu Üniversitesi	İmza :

ONAY:

08 / 02 / 2018 tarihinde enstitüye teslim edilen bu tezin kabulü, Enstitü Yönetim Kurulu'nun 15/ 02 .2018.. tarih ve 2018.. / 06. sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Enstitü Müdürü

Yrd. Doç. Dr. Mehmet Sami GÜLER

TEZ BİLDİRİMİ

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan 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.

Burak KILIÇ

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

ÖZET

NEUTROSOPHİC TOPOLOJİK UZAYLARDA KOMPAKTLIK
Burak KILIÇ
Ordu Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Matematik Anabilim Dalı, 2017
Yüksek Lisans, 35 s.

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Yıldıray ÇELİK

Bu çalışma dört bölümden oluşmaktadır. Giriş bölümünde bulanık küme, sezgisel bulanık küme ve neutrosophic küme üzerinde yapılan çalışmalardan bahsedilmiştir ve çalışmalar arasındaki farklılıklar incelenmiştir. İkinci bölümde ise bulanık küme, sezgisel bulanık küme ve Neutrosophic küme tanımları verilmiştir. Ayrıca neutrosophic küme üzerinde küme işlemleri ve bazı uygulamalara yer verilmiştir.

Üçüncü bölümde ise bu çalışmanın temel amacı olan neutrosophic topolojik uzaylarda kompaktlık kavramı tanıtılmıştır. Dördüncü bölümde bu kavramın ortaya çıkış nedenleri ve konu üzerine yapılabilecek çalışmalar tartışılmıştır. Konunun ele alınış amacı ve gelişim sürecinden bahsedilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bulanık küme, sezgisel bulanık küme, neutrosophic küme, topolojik uzay, neutrosophic topolojik uzay, neutrosophic fonksiyon, neutrosophic bileşke fonksiyon, neutrosophic kompaktlık, neutrosophic açık fonksiyon, neutrosophic kapalı fonksiyon, neutrosophic homeomorfizm, neutrosophic sayılabilir kompaktlık

ABSTRACT

NEUTROSOPHIC TOPOLOGICAL SPACES COMPACTNESS
Burak KILIÇ
Ordu University
Institute for Graduate Studies in Science and Technology
Department of Mathematics, 2017
MSc. Thesis, 35 p.

Supervisor: Asist. Prof. Dr. Yıldıray ÇELİK

This thesis consists of four parts. In the introduction of this thesis has been mentioned from made studies over fuzzy sets, intuitionistic fuzzy sets and neutrosophic compactness sets and examined from the differences between studies. In the second section, it have given defintions of fuzzy sets, intuitionistic fuzzy sets and neutrosophic sets. Also, in this section, we give some set operations on sets and applications.

In the third section, which is main purpose of this study, we introduce concept of neutrosophic topological space and a set of interior, closure, exterior and frontier in neutrosophic topological spaces. In the fourth section, reasons for the emergence of these concepts and the studies planned to be done on these concepts have been discussed. It have been mentioned from the primary reason for this issue research and development process.

Keywords: Fuzzy set, intuitionistic fuzzy set, neutrosophic set, neutrosophic topological space, neutrosophic function, neutrosophic resultant function, neutrosophic continuity, neutrosophic open function, neutrosophic closed function, neutrosophic homeomerphism, neutrosophic compacness

TEŞEKKÜR

Tüm çalışmalarım boyunca her zaman bilgi ve deneyimleriyle yolumu açan değerli hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Yıldıray ÇELİK'e en samimi duygularım ile teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca, desteklerini esirgemeyen Matematik Bölümü tüm akademik personeline en içten şükranlarımı sunuyorum.

Öğrenim hayatım boyunca benden maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen aileme teşekkür etmeyi bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

SİMGELER ve KISALTMALAR

μ_A	:	A neutrosophic kümesinin üyelik fonksiyonu
σ_A	:	A neutrosophic kümesinin üye olamama fonksiyonu
ν_A	:	A neutrosophic kümesinin belirsizlik fonksiyonu
$\mathscr{N}(X)$	:	X kümesi üzerinde tanımlı tüm neutrosophic kümelerin kümesi
$\leq$	:	Küçük eşit
$\geq$	:	Büyük eşit
$\bigvee$	:	supremum
$\bigwedge$	:	infimum
$\Rightarrow$	:	Gerek şart
$\Leftarrow$	:	Yeter şart
$\Leftrightarrow$	:	Gerek ve yeter şart
$\tilde{\emptyset}$	:	Neutrosophic boş küme
$\tilde{X}$	:	Neutrosophic evrensel küme
$A \sqcap B$	:	A ve B neutrosophic kümelerinin neutrosophic kesişimi
$A \sqcup B$	:	A ve B neutrosophic kümelerinin neutrosophic birleşimi
$A \sqsubseteq B$	:	B neutrosophic kümesi, A neutrosophic kümesini neutrosophic kapsar
A^c	:	A neutrosophic kümesinin tümleyeni
τ	:	Neutrosophic topoloji

1. GİRİŞ

Klasik küme teorisi, bulanık küme teorisi ve olasılık teorisi gibi bazı bilim dallarında karşılaşılan, her bilim dalının kendine özgü karmaşık sorunlarda klasik matematik yöntemleri ile cevap alınamamaktadır. Ekonomi, mühendislik ve çevre bilimi gibi bir çok saha, çalışmalarını sürdürebilmeleri için, dilbilimsel değerleri ve belirsizlikleri matematiksel olarak modellemeye ihtiyaç duyarlar. İlk kez 1967'de Zadeh tarafından tanımlanan bulanık küme kavramı bu amaçla ortaya atılmıştır. Bir bulanık küme, evrensel kümedeki elemanlara [0,1] aralığından üyelik derecesi atayan bir fonksiyondur. Atanassov 1986'da bulanık küme kavramından yola çıkarak sezgisel bulanık küme kavramını, bulanık kümenin bir genellemesi olarak tanımlamıştır. Chang, (1968), Bulanık topolojik uzaylarda açık küme, kapalı küme, komşuluk, bir kümeni içi, süreklilik ve kompaktlık bazı temel kavramların tanım, teorem ve ispantını vermişdir. Çoker, (1997), Sezgisel bulanık topolojik uzayın tanımını vermiştir. Daha sonra temel tanım ve gerekli örneklerle sezgisel bulanık süreklilik, sezgisel bulanık kompaktlık, sezgisel bulanık bağlantılılık ve sezgisel bulanık Hausdorff uzaylarından vermiştir.

Bulanık küme ve sezgisel bulanık küme teorilerinde bir elemanın üye olup, üye olmama gibi değerleri üzerinde durulmuştur. Bunlara ek olarak bir elemanın belirsizlik durumu üzerinde durulmuştur. Buradan yola çıkarak Smarandache 2008' de neutrosophic küme kavramının tanımını ve neutrosophic kümeler üzerinde bazı uygulamalar içeren çalışmasını yayımladı. Neutrosophic küme kavramıyla beraber, boş neutrosophic küme evresel neutrosophic küme ve neutrosophic küme işlemleri belirsizlik derecesine göre yapılan yorumlar neticesinde farklı sekillerde tanımlandı. Karataş ve Kuru, (2016), Neutrosophic küme özelliklerini tanımlamış ve bunları kullanarak bir kümenin neutrosophic kapanışını, neutrosophic içini, neutrosophic dışını, neutrosophic sınırını ve neutrosophic altuzayı tanımlamışlardır. Neutrosophic kümeler konusunda bir çok yazarın makalesi mevcuttur. Örneğin, Broumi ve Smarandache, (2013), sezgisel bulanık kümeler ve neutrosophic kümeleri birleştirerek sezgisel neutrosophic kümeler adlı kavramı ortaya atmışlardır. Ayrıca, Salama ve Al-Blowi, (2014), genelleştirilmiş netrosophic kümeler üzerinde çalışmışlardır. Lupiáñez, (2009), Aralıklı neutrosophic kümeyi tanımlamış ve topoloji arasındaki ilişkiyi açıklamıştır. Lupiáñez, (2008), Sezgisel bulanık topoloji ve neutrosophic topoloji arasındaki ilişkiden bahsetmiştir. Çalışmasında kullandığı küme işlemlerinde tümleyen kavramı De Morgan kuralı açısından işe yarar bir konumda değildir.Bu nedenle neutrosophic küme işlemleri (alt küme, eşitlik, kesişim, birleşim, tümleyen, neutrosophic boş küme ve neutrosophic evrensel küme) Karataş ve Kuru, (2016), tekrar ele alarak yeniden tanımlamıştır.

Tanımlanan tümleyen kavramı sayesinde De Morgan kuralı Neutrosophic kümeler için de anlamlı bir hale gelmiştir.

Bu çalışmada ise yeniden düzenlenen tanımlara bağlı olarak neutrosophic topolojik uzaylarda kompaktlık kavramı ele alınmış, bu kavramın temel özellikleri incelenmiş ve elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 Bulanık Kümeler ve Sezgisel Bulanık Kümeler

Tanım 2.1.1 $X \neq \emptyset$ olsun.

$$\mu : X \to [0,1]$$

fonksiyonuna X'in bulanık kümesi denir.

$$\mu = \Big\{ \big(x, \mu(x)\big) : x \in X,\ \mu(x) \in [0,1] \Big\}$$

şeklinde tanımlanır. X kümesi üzerinde tanımlı bütün bulanık kümelerin kümesi I^X $\big(I = [0,1]\big)$ veya $F(X)$ ile gösterilir (Zadeh, 1965).

Tanım 2.1.2 Bir A sezgisel bulanık kümesi boştan farklı bir X kümesi üzerinde

$$A = \Big\{ \big\langle x, \mu_A(x), \sigma_A(x) \big\rangle : x \in X \Big\}$$

şeklinde tanımlanır. Buradan $\mu_A : X \to [0,1]$ ve $\sigma_A : X \to [0,1]$ tanımlı ve her $x \in X$ için

$$0 \leq \mu_A(x) + \sigma_A(x) \leq 1$$

şartını sağlayan fonksiyonlardır. μ_A ve σ_A foksiyonları için sırasıyla üyelik ve üye olmayan fonksiyonlar denir (Atanasov, 1986).

2.2 Topolojik Uzay, Ayırma Aksiyomları ve Çarpım Uzayları

Tanım 2.2.1 X boş olmayan bir küme ve τ da X in kuvvet kümesi $\mathscr{P}(X)$ in bir alt ailesi olsun. Eğer aşağıdaki özellikler sağlanıyorsa τ ya X üzerinde bir topoloji denir.

i. X ve $\emptyset$ kümeleri τ ya aittir. Yani $X \in \tau$ ve $\emptyset \in \tau$ dur.

ii. τ nun herhangi bir alt ailesine ait kümelerin birleşkesi yine τ ya aittir. Yani I herhangi bir indis kümesi ve $i \in I$ için $U_i \in \tau$ ise $\bigcup_{i \in I} U_i \in \tau$ dur.

iii. τ ya ait iki kümenin kesişimi yine τ ya aittir. Yani $U, V \in \tau$ ise $U \cap V \in \tau$

τ ailesi X üzerinde bir topoloji ise (X, τ) sıralı ikilisine bir topolojik uzay denir (Koçak, 2015).

Tanım 2.2.2 (X,τ) bir topolojik uzay olsun. τ nun elemanlarına (X,τ) uzayının açık kümeleri denir (Koçak, 2015).

Tanım 2.2.3 (X,τ) bir topolojik uzay ve U kümesi X in bir alt kümesi olsun. U nun X e göre tümleyeni olan $X\setminus U$ kümesi (X,τ) uzayında açıksa U ya (X,τ) uzayının kapalı alt kümesi denir (Koçak, 2015).

Tanım 2.2.4 (X,τ) bir topolojik uzay ve $\mathscr{B}$ de açık kümelerin bir ailesi olsun. τ nun her elemanı $\mathscr{B}$ ye ait olan bir takım kümelerin birleşimi olarak yazılabiliyorsa $\mathscr{B}$ ye τ topolojisinin bir tabanı denir. Yani

i. $\mathscr{B}\subseteq\tau$

ii. $U\in\tau$ ise $i\in I$ için $B_i\in\mathscr{B}$ olmak üzere $U=\bigcup\limits_{i\in I}B_i$ olacak şekilde bir I indis kümesi vardır (Koçak, 2015).

Tanım 2.2.5 (X,τ) bir topolojik uzay olsun. X kümesinin farklı her iki noktasının her birinin diğer noktayı içermeyecek şekilde bir komşuluğu varsa bu uzaya bir T_1-uzayı denir. Başka bir ifadeyle $x\neq y$ özelliğindeki her $x,y\in X$ noktaları için

$$x\in U,\ y\notin U \text{ ve } y\in V,\ x\notin V$$

olacak şekilde $U,V\in\tau$ kümeleri varsa bu uzaya bir T_1-uzayı denir (Koçak, 2015).

Tanım 2.2.6 (X,τ) bir topolojik uzay olsun. $x\neq y$ özelliğindeki her $x,y\in X$ için

$$x\in U,\ y\in V \text{ ve } U\cap V=\emptyset$$

olacak şekilde $U,V\in\tau$ kümeleri varsa (X,τ) uzayına bir Hausdorff uzayı veya bir T_2-uzayı denir (Koçak, 2015).

Tanım 2.2.7 (X,τ) bir topolojik uzay olsun.

i. Kapalı her $F\subseteq X$ kümesi ve $x\notin F$ özelliğindeki her $x\in X$ noktası için

$$U\cap V=\emptyset,\ F\subseteq V \text{ ve } x\in U$$

olacak şekilde $U,V\in\tau$ kümeleri varsa (X,τ) uzayına T_3-uzayı denir.

ii. (X,τ) uzayı hem bir T_3-uzayı hem de bir T_1-uzayı ise (X,τ) uzayına regüler uzay denir (Koçak, 2015).

Tanım 2.2.8 (X,τ) bir topolojik uzay olsun.

i. $F_1 \cap F_2 = \emptyset$ özelliğindeki kapalı her F_1 ve F_2 kümeleri için

$$U \cap V = \emptyset,\ F_1 \subseteq U \text{ ve } F_2 \subseteq V$$

olacak şekilde $U,V \in \tau$ kümeleri varsa (X,τ) uzayına T_4-uzayı denir.

ii. (X,τ) uzayı hem bir T_1-uzayı hem de bir T_4-uzayı ise (X,τ) uzayına normal uzay denir (Koçak, 2015).

Tanım 2.2.9 (X_1,τ_1) ve (X_2,τ_2) topolojik uzayları ve $X = X_1 \times X_2$ çarpım kümesi verilsin. Her $i = 1,2$ için $\pi_i : X \to X_i$ izdüşüm fonksiyonlarını sürekli kılan, X kümesi üzerindeki en kaba topolojiye ya da X kümesi üzerindeki başlangıç topolojisine, τ_1 ve τ_2 topolojilerinin çarpım topolojisi denir (Koçak, 2015).

Tanım 2.2.10 (X,τ) bir topolojik uzay olsun. Her $x \in X$ noktasının sayılabilir bir yerel tabanı varsa (X,τ) uzayına birinci sayılabilir uzay denir (Koçak, 2015).

Tanım 2.2.11 (X,τ) bir topolojik uzay olsun. τ nun sayılabilir bir tabanı varsa (X,τ) uzayına ikinci sayılabilir uzay denir (Koçak, 2015).

Tanım 2.2.12 $I \neq \emptyset$ bir indis kümesi olmak üzere, $\forall i \in I$ için $X_i \neq \emptyset$ kümelerinin çarpımı

$$X = \prod_{i\in I} X_i = \left\{ \bigcup_{i\in I} X_i : f(i) \in X_i,\ \forall i \in I \right\}$$

şeklinde yazılır. Burada f_i f nin i-ci koordinatı, X_i ise, X in i-ci çarpım kümesidir. Eğer I indis kümesi sonlu ise, yani $I = \{1,2,\ldots,n\}$ ise, çarpım

$$X = \prod_{i=1}^{n} X_i$$

olup, her bir $f \in \prod_{i=1}^{n} X_i$ elemanı $f = x$ alınırsa, biline sıralı n-lidir. yani $x = (x_1, X_2, \ldots, x_n)$ dır. Böylece

$$\prod_{i=1}^{n} X_i = \{(x_1, X_2, \ldots, x_n) : x_i \in X_i,\ i = 1,2,\ldots,n\}$$

dır.(Yıldız, 2005).

2.3 Neutrosophic Kümeler ve Neutrosophic Fonksiyon

Tanım 2.3.1 Bir A neutrosophic kümesi boştan farklı bir X kümesi üzerinde

$$A=\left\{\left\langle x,\mu_A(x),\sigma_A(x),\nu_A(x)\right\rangle : x\in X\right\}$$

şeklinde tanımlanır. Buradan μ_A,σ_A,ν_A X' den $]^-0,1^+[$ ' e tanımlı ve her $x\in X$ için

$$0\leq \mu_A(x)+\sigma_A(x)+\nu_A(x)\leq 3^+$$

şartını sağlayan fonksiyonlardır. X kümesi üzerinde tanımlı tüm neutrosophic kümelerin kümesi $\mathscr{N}(X)$ ile gösterilir. Standart olmayan aralıklar uygulamalarda çok elverişli olmadığından tezin kalan kısmında $[0,1]$ aralığını kullanılacaktır..

$$\mu_A : X\to[0,1]$$

fonksiyonuna üyelik fonksiyonu,

$$\sigma_A : X\to[0,1]$$

fonksiyonuna üye olmama fonksiyonu ve

$$\nu_A : X\to[0,1]$$

fonksiyonuna belirsizlik fonksiyonu denir (Smarandache, 2002).

Tanım 2.3.2 $A,B\in\mathscr{N}(X)$ olsun. Her $x\in X$ için $\mu_A(x)\leq\mu_B(x)$, $\sigma_A(x)\geq\sigma_B(x)$ ve $\nu_A(x)\geq\nu_B(x)$ oluyorsa A'ya, B'nin neutrosophic alt kümesi denir ve $A\sqsubseteq B$ şeklinde gösterilir (Karataş ve Kuru, 2016).

Tanım 2.3.3 $A,B\in\mathscr{N}(X)$ olsun. $A\sqsubseteq B$ ve $B\sqsubseteq A$ ise A ve B kümelerine neutrosophic eşit kümeler denir ve $A=B$ şeklinde gösterilir (Karataş ve Kuru, 2016).

Tanım 2.3.4 $A,B\in\mathscr{N}(X)$ olsun. A ve B neutrosophic kümelerinin neutrosophic birleşimi $A\sqcup B$ gösterilir ve

$$A\sqcup B=\left\{\left\langle x,\mu_A(x)\vee\mu_B(x),\sigma_A(x)\wedge\sigma_B(x),\nu_A(x)\wedge\nu_B(x)\right\rangle : x\in X\right\}$$

şeklinde tanımlanır (Karataş ve Kuru, 2016).

Tanım 2.3.5 $A,B \in \mathcal{N}(X)$ olsun. A ve B neutrosophic kümelerinin neutrosophic kesişimi $A \sqcap B$ gösterilir ve

$$A \sqcap B = \Big\{ \big\langle x, \mu_A(x) \wedge \mu_B(x), \sigma_A(x) \vee \sigma_B(x), \nu_A(x) \vee \nu_B(x) \big\rangle : x \in X \Big\}$$

şeklinde tanımlanır (Karataş ve Kuru, 2016).

Tanım 2.3.6 $\{A_i : i \in I\} \subseteq \mathcal{N}(X)$ neutrosophic kümelerin bir ailesi verilsin. Bu taktirde

$$\begin{aligned} \bigsqcup_{i\in I} A_i &= \Big\{ \big\langle x, \bigvee_{i\in I} \mu_{A_i}(x), \bigwedge_{i\in I} \sigma_{A_i}(x) \bigwedge_{i\in I} \nu_{A_i}(x) \big\rangle : x \in X \Big\} \\ \bigsqcap_{i\in I} A_i &= \Big\{ \big\langle x, \bigwedge_{i\in I} \mu_{A_i}(x), \bigvee_{i\in I} \sigma_{A_i}(x), \bigvee_{i\in I} \nu_{A_i}(x) \big\rangle : x \in X \Big\} \end{aligned}$$

şeklindedir (Karataş ve Kuru, 2016).

Tanım 2.3.7 $A \in \mathcal{N}(X)$ olsun. A'nın neutrosophic tümleyeni A^c ile gösterilir ve

$$A^c = \big\{ \langle x, \nu_A(x), 1 - \sigma_A(x), \mu_A(x) \rangle : \ x \in X \big\}$$

şeklinde tanımlanır (Karataş ve Kuru, 2016).

Tanım 2.3.8 $A \in \mathcal{N}(X)$ olsun. Her $x \in X$ için $\mu_A(x) = 0$ ve $\sigma_A(x) = \nu_A(x) = 1$ ise A'ya neutrosophic boş küme denir ve $\tilde{\emptyset}$ ile gösterilir (Karataş ve Kuru,2016).

Tanım 2.3.9 $A \in \mathcal{N}(X)$ olsun. Her $x \in X$ için $\mu_A(x) = 1$ ve $\sigma_A(x) = \nu_A(x) = 0$ ise A'ya neutrosophic evrensel küme denir ve $\tilde{X}$ ile gösterilir (Karataş ve Kuru, 2016).

Teorem 2.3.1 $A,B \in \mathcal{N}(X)$ olsun. Bu taktirde aşağıdaki iddialar doğrudur (Karataş ve Kuru,2016).

i. $A \sqcap A = A$ ve $A \sqcup A = A$

ii. $A \sqcap B = B \sqcap A$ ve $A \sqcup B = B \sqcup A$

iii. $A \sqcap \tilde{\emptyset} = \tilde{\emptyset}$ ve $A \sqcap \tilde{X} = A$

iv. $A \sqcup \tilde{\emptyset} = A$ ve $A \sqcup \tilde{X} = \tilde{X}$

v. $A \sqcap (B \sqcap C) = (A \sqcap B) \sqcap C$ ve $A \sqcup (B \sqcup C) = (A \sqcup B) \sqcup C$

vi. $(A^c)^c = A$

Teorem 2.3.2 $\{A_i : i \in I\} \subseteq \mathscr{N}(X)$ neutrosophic küme ailesi olsun. Bu taktirde aşağıdaki iddialar doğrudur (Karataş ve Kuru,2016).

i. $\left(\bigsqcup_{i\in I} A_i\right)^c = \prod_{i\in I} A_i^c$

ii. $\left(\prod_{i\in I} A_i\right)^c = \bigsqcup_{i\in I} A_i^c$

Teorem 2.3.3 $B \in \mathscr{N}(X)$ ve $\{A_i : i \in I\} \subseteq \mathscr{N}(X)$ olsun. Bu taktirde aşağıdaki iddialar doğrudur (Karataş ve Kuru,2016).

i. $B \sqcap \left(\bigsqcup_{i\in I} A_i\right) = \bigsqcup_{i\in I} (B \sqcap A_i)$

ii. $B \sqcup \left(\prod_{i\in i} A_i\right) = \prod_{i\in I} (B \sqcup A_i)$

Tanım 2.3.10 $A \in \mathscr{N}(X)$, $B \in \mathscr{N}(Y)$ ve $f : X \to Y$ neutrosophic fonksiyon olmak üzere,

i. Eğer $A = \{\langle x, \mu_A(x), \sigma_A(x), \nu_A(x)\rangle\}$ ise A nın f altındaki görüntüsü

$$f(A) = \{\langle y, f(\mu_A)(y), f(\sigma_A)(y), f(\nu_A)(y)\rangle\}$$

ii. Eğer $B = \{\langle y, \mu_B(y), \sigma_B(y), \nu_B(y)\rangle\}$ ise B nin f altındaki ters görüntüsü

$$f^{-1}(B) = \{\langle x, f^{-1}(\mu_B)(x), f^{-1}(\sigma_B)(x), f^{-1}(\nu_B)(x)\rangle\}$$

şeklinde tanımlanır. Buradaki $f(\mu_A)(y)$, $f(\sigma_A)(y)$ ve $f(\nu_A)(y)$ ise

$$f(\mu_A)(y) = \begin{cases} \sup_{x\in f^{-1}(y)} \mu_A(x), & f^{-1}(y) \neq \emptyset \\ 0, & f^{-1}(y) = \emptyset \end{cases}$$

$$(1 - f(1-\sigma_A))(y) = \begin{cases} \inf_{x\in f^{-1}(y)} \sigma_A(x), & f^{-1}(y) \neq \emptyset \\ 1, & f^{-1}(y) = \emptyset \end{cases}$$

$$(1 - f(1-\nu_A))(y) = \begin{cases} \inf_{x\in f^{-1}(y)} \nu_A(x), & f^{-1}(y) \neq \emptyset \\ 1, & f^{-1}(y) = \emptyset \end{cases}$$

şeklinde bulunur (Alblowi ve ark., 2014).

Teorem 2.3.4 $f : X \to Y$ neutrosophic fonksiyon, $A \in \mathscr{N}(X)$ ve $B \in \mathscr{N}(Y)$ olsun. Bu durumda aşağıdaki önermeler doğrudur (Kaya, 2017).

i. $A_1 \sqsubseteq A_2$ ise $f(A_1) \sqsubseteq f(A_2)$

ii. $B_1 \sqsubseteq B_2$ ise $f^{-1}(B_1) \sqsubseteq f^{-1}(B_2)$

iii. $A \sqsubseteq f^{-1}(f(A))$ (Eğer f bire-bir ise eşitlik sağlanır.)

iv. $f(f^{-1}(B)) \sqsubseteq B$ (Eğer f örten ise eşitlik sağlanır.)

v. $f^{-1}\left(\bigsqcup_{j\in\Lambda} B_j\right) = \bigsqcup_{j\in\Lambda} f^{-1}(B_j)$

vi. $f^{-1}\left(\bigsqcap_{j\in\Lambda} B_j\right) = \bigsqcap_{j\in\Lambda} f^{-1}(B_j)$

vii. $f\left(\bigsqcup_{i\in I} A_i\right) = \bigsqcup_{i\in I} f(A_i)$

viii. $f\left(\bigsqcap_{i\in I} A_i\right) \sqsubseteq \bigsqcap_{i\in I} f(A_i)$ (f bire-bir ise eşitlik sağlanır.)

ix. $f^{-1}(\tilde{Y}) = \tilde{X}$

x. $f^{-1}(\tilde{\emptyset}) = \tilde{\emptyset}$

xi. f örten ise $f(\tilde{X}) = \tilde{Y}$

xii. $f(\tilde{\emptyset}) = \tilde{\emptyset}$

xiii. f örten ise $(f(A))^c \sqsubseteq f(A^c)$

xiv. $f^{-1}(B^c) = (f^{-1}(B))^c$

Tanım 2.3.11 $A \in \mathscr{N}(X)$, $B \in \mathscr{N}(Y)$ ve $C \in \mathscr{N}(Z)$ için,

$$\begin{aligned} A &= \left\{\langle x, \mu_A(x), \sigma_A(x), \nu_A(x)\rangle\right\} \\ B &= \left\{\langle y, \mu_B(y), \sigma_B(y), \nu_B(y)\rangle\right\} \\ C &= \left\{\langle z, \mu_C(z), \sigma_C(z), \nu_C(z)\rangle\right\} \end{aligned}$$

şeklinde tanımlı neutrosophic kümeler olmak üzere $f : X \to Y$ ve $g : Y \to Z$ fonksiyonlarından elde edilen $g \circ f : X \to Z$ fonksiyonuna neutrosophic bileşke fonksiyonu denir ve

$$(g \circ f)(A) = \{\langle z, (g \circ f)(\mu_A)(z), (1 - (g \circ f)(1 - \sigma_A))(z), (1 - (g \circ f)(1 - \nu_A))(z)\rangle\}$$

şeklinde gösterilir (Alblowi ve ark., 2014).

2.4 Neutrosophic Topolojik Uzaylar

Tanım 2.4.1 $\tau \subseteq \mathcal{N}(X)$ ailesi aşağıdaki özellikleri sağlıyorsa bu aileye X üzerinde neutrosophic topoloji denir.

i. $\tilde{\emptyset}, \tilde{X} \in \tau$

ii. Her $A, B \in \tau$ için $A \sqcap B \in \tau$

iii. Her $\{A_i : i \in I\} \subseteq \tau$ için $\bigsqcup_{i \in I} A_i \in \tau$

Eğer τ ailesi X kümesi üzerinde bir neutrosophic topoloji ise (X, τ) ikilisine bir neutrosophic topolojik uzay denir (Karataş ve Kuru, 2016).

Tanım 2.4.2 (X, τ) bir neutrosophic topolojik uzay ise, τ ailesine ait kümelere neutrosophic açık küme denir (Karataş ve Kuru, 2016).

Tanım 2.4.3 (X, τ) bir neutrosophic topolojik uzay ve $A \in \mathcal{N}(X)$ olsun. Eğer $A^c \in \tau$ ise A kümesine bu uzayda neutrosophic kapalıdır denir (Karataş ve Kuru, 2016).

Tanım 2.4.4 (X, τ) bir neutrosophic topolojik uzay ve $A \in \mathcal{N}(X)$ olsun. A'nın neutrosophic içi int(A) ile gösterilir ve

$$\operatorname{int}(A) = \bigsqcup_{\substack{G \in \tau \\ G \sqsubseteq A}} G$$

şeklinde tanımlanır (Karataş ve Kuru, 2016).

Tanım 2.4.5 (X, τ) bir neutrosophic topolojik uzay ve $A \in \mathcal{N}(X)$ olsun. A'nın neutrosophic kapanışı cl(A) ile gösterilir ve

$$\operatorname{cl}(A) = \bigsqcap_{\substack{K^c \in \tau \\ A \sqsubseteq K}} K$$

şeklinde tanımlanır (Karataş ve Kuru, 2016).

Tanım 2.4.6 (X, τ) bir neutrosophic topolojik uzay ve $A \in \mathcal{N}(X)$ olsun. A'nın neutrosophic dışı ext(A) ile gösterilir ve

$$\operatorname{ext}(A) = \operatorname{int}(A^c)$$

şeklinde tanımlanır (Karataş ve Kuru, 2016).

Tanım 2.4.7 (X,τ) bir neutrosophic topolojik uzay ve $A \in \mathcal{N}(X)$ olsun. A'nın neutrosophic sınırı fr(A) ile gösterilir ve

$$\mathrm{fr}(A) = \mathrm{cl}(A) \sqcap (\mathrm{int}(A))^c$$

şeklinde tanımlanır (Karataş ve Kuru, 2016).

Tanım 2.4.8 (X,τ) neutrosophic topolojik uzay ve $Y \subseteq X$ olsun. Bu durumda Y üzerindeki $\tau_Y = \{U \sqcap Y : U \in \tau\}$ neutrosophic topolojiye neutrosophic alt uzay topolojisi denir.

$$\tilde{Y} = \begin{cases} \langle 1,0,0\rangle, & x \in Y \\ \langle 0,1,1\rangle, & x \in X \setminus Y \end{cases}$$

(Y,τ_Y) neutrosophic uzayına da (X,τ) neutrosophic uzayının bir neutrosophic alt uzayı denir (Karataş ve Kuru, 2016).

2.5 Neutrosophic Topolojik Uzaylarda Süreklilik ve Homeomorfizm

Tanım 2.5.1 (X,τ) ve (Y,σ) iki neutrosophic topolojik uzay ve $f : X \to Y$ neutrosophic bir fonksiyon olsun. Eğer her $G \in \sigma$ için $f^{-1}(G) \in \tau$ oluyorsa f fonksiyonuna neutrosophic sürekli fonksiyon denir (Alblowi ve ark., 2014).

Teorem 2.5.1 (X,τ), (Y,σ) ve (Z,ρ) neutrosophic topolojik uzay olsunlar. $f : (X,\tau) \to (Y,\sigma)$ ve $g : (Y,\sigma) \to (Z,\rho)$ fonksiyonları neoutrosophic sürekli ise $g \circ f : (X,\tau) \to (Z,\rho)$ neutrosophic bileşke fonksiyonu da neoutrosophic süreklidir (Kaya, 2017).

Teorem 2.5.2 (X,τ) ve (Y,σ) iki neutrosophic topolojik uzay, $f : (X,\tau) \to (Y,\sigma)$ neutrosophic fonksiyon sürekli olması için gerek ve yeter şart Y deki her neutrosophic kapalı kümenin ters görüntüsünün X de neutrosophic kapalı olmasıdır (Kaya, 2017).

Teorem 2.5.3 (X,τ) ve (Y,σ) iki neutrosophic topolojik uzay, $f : (X,\tau) \to (Y,\sigma)$ neutrosophic sürekli fonksiyon ve $E \in \mathcal{N}(X)$ ise $f_E : (E,\tau_E) \to (Y,\sigma)$ ile tanımlanan f_E fonksiyonu neutrosophic süreklidir (Kaya, 2017).

Teorem 2.5.4 (X,τ) ve (Y,σ) iki neutrosophic topolojik uzay ve A,B kümeleri (X,τ) eutrosophic uzayıda neutrosophic kapalı olmak üzere $\tilde{X} = A \sqcup B$ olsun. $f : A \to Y$, $g : B \to Y$ fonksiyonları A ve B üzerindeki neutrosophic alt uzay topolojilerine göre neutrosophic sürekli iki fonksiyon olsun. Eğer her $x \in A \sqcup B$ için $f(x) = g(x)$ ise

$$h(x) = \begin{cases} f(x), & x \in A \\ g(x), & x \in B \end{cases}$$

şeklinde tanımlı $h : X \to Y$ fonksiyonu neutrosophic süreklidir (Kaya, 2017).

Teorem 2.5.5 (X, τ) ve (Y, σ) iki neutrosophic topolojik uzay olsun. $f : X \to Y$ fonksiyonunu neutrosophic süreklidir $\Longleftrightarrow$ Her $A \in \mathscr{N}(X)$ için $f(\mathrm{cl}(A)) \sqsubseteq \mathrm{cl}(f(A))$ dir (Kaya, 2017).

Teorem 2.5.6 (X, τ) ve (Y, σ) iki neutrosophic topolojik uzay olsun. $f : X \to Y$ fonksiyonunu neutrosophic süreklidir $\Longleftrightarrow$ Her $B \in \mathscr{N}(Y)$ için $\mathrm{cl}(f^{-1}(B)) \sqsubseteq f^{-1}(\mathrm{cl}(B))$ dir (Kaya, 2017).

Teorem 2.5.7 (X, τ) ve (Y, σ) iki neutrosophic topolojik uzay olsun. $f : X \to Y$ fonksiyonu neutrosophic süreklidir $\Longleftrightarrow$ $B \in \mathscr{N}(Y)$ için $f^{-1}(\mathrm{int}(B)) \sqsubseteq \mathrm{int}(f^{-1}(B))$ dir (Kaya, 2017).

Teorem 2.5.8 (X, τ) ve (Y, σ) iki neutrosophic topolojik uzay olsun. Birebir ve örten bir $f : X \to Y$ fonksiyonu neutrosophic süreklidir $\Longleftrightarrow$ Her $A \in \mathscr{N}(X)$ için

$$\mathrm{int}(f(A)) \sqsubseteq f(\mathrm{int}(A))$$

dir (Kaya, 2017).

Teorem 2.5.9 (X, τ) ve (Y, σ) iki neutrosophic topolojik uzay olsun. Birebir ve örten bir $f : X \to Y$ fonksiyonu neutrosophic süreklidir $\Longleftrightarrow$ Her $A \in \mathscr{N}(X)$ için

$$f(\mathrm{fr}(A)) \sqsubseteq \mathrm{fr}(f(A))$$

dır (Kaya, 2017).

Teorem 2.5.10 (X, τ) ve (Y, σ) iki neutrosophic topolojik uzay olsun. Birebir ve örten bir $f : X \to Y$ fonksiyonu neutrosophic süreklidir $\Longleftrightarrow$ Her $B \in \mathscr{N}(Y)$ için

$$\mathrm{fr}(f^{-1}(B)) \sqsubseteq f^{-1}\mathrm{fr}(B)$$

dır (Kaya, 2017).

Tanım 2.5.2 (X, τ) ve (Y, σ) iki neutrosophic topolojik uzay ve $f : (X, \tau) \to (Y, \sigma)$ neutrosophic sürekli fonksiyon olsun. X in neutrosohic açık her U neutrosophic alt kümesinin

f altındaki görüntüsü olan $f(U)$ kümesi Y nin neutrosophic açık bir alt kümesi ise f ye neutrosophic açık fonksiyon denir. Yani her $U \in \tau$ için $f(U) \in \sigma$ oluyorsa f ye neutrosophic açık fonksiyon denir (Alblowi ve ark., 2014).

Tanım 2.5.3 (X,τ) ve (Y,σ) iki neutrosophic topolojik uzay ve $f:(X,\tau)\to(Y,\sigma)$ neutrosophic sürekli fonksiyon olsun. X in neutrosohic kapalı her F neutrosophic alt kümesinin f altındaki görüntüsü olan $f(F)$ kümesi Y nin neutrosophic kapalı bir alt kümesi ise f ye neutrosophic kapalı fonksiyon denir (Alblowi ve ark., 2014).

Teorem 2.5.11 $f:(X,\tau)\to(Y,\sigma)$, $g:(Y,\sigma)\to(Z,\rho)$ iki neutrosophic fonksiyon olsunlar. Bu durumda f ve g fonksiyonlarının her ikisi de neutrosophic açık ise $g\circ f$ neutrosophic bileşke fonksiyonu da açıktır (Kaya, 2017).

Teorem 2.5.12 $f:(X,\tau)\to(Y,\sigma)$, $g:(Y,\sigma)\to(Z,\rho)$ iki neutrosophic fonksiyon olsunlar. Bu durumda f ve g fonksiyonlarının her ikisi de neutrosophic kapalı ise $g\circ f$ neutrosophic bileşke fonksiyonu da neutrosophic kapalıdır (Kaya, 2017).

Teorem 2.5.13 (X,τ) ve (Y,σ) iki neutrosophic topolojik uzay olsun. $f:(X,\tau)\to(Y,\sigma)$ fonksiyonu neutrosophic kapalıdır $\Longleftrightarrow$ Her $A\in\mathscr{N}(X)$ için $\mathrm{cl}(f(A))\sqsubseteq f(\mathrm{cl}(A))$ dır (Kaya, 2017).

Teorem 2.5.14 (X,τ) ve (Y,σ) iki neutrosophic topolojik uzay olsun. $f:(X,\tau)\to(Y,\sigma)$ fonksiyonu neutrosophic kapalıdır $\Longleftrightarrow$ Her $A\in\mathscr{N}(X)$ için $f(\mathrm{int}(A))\sqsubseteq \mathrm{int}(f(A))$ dir (Kaya, 2017).

Teorem 2.5.15 (X,τ) ve (Y,σ) iki neutrosophic topolojik uzay olsun. Birebir ve örten olan bir $f:(X,\tau)\to(Y,\sigma)$ fonksiyonu neutrosophic kapalıdır $\Longleftrightarrow$ Her $A\in\mathscr{N}(X)$ için $\mathrm{fr}(f(A))\sqsubseteq f(\mathrm{fr}(A))$ dir (Kaya, 2017).

Teorem 2.5.16 (X,τ) ve (Y,σ) iki neutrosophic topolojik uzay, $f:(X,\tau)\to(Y,\sigma)$ birebir örten neutrosophic sürekli fonksiyon ve $g=f^{-1}$'de f nin neutrosophic ters fonksiyonu olsun. f fonksiyonu neutrosophic süreklidir $\Longleftrightarrow$ $g=f^{-1}$ fonksiyonu neutrosophic açıktır (Kaya, 2017).

Teorem 2.5.17 (X,τ) ve (Y,σ) iki neutrosophic topolojik uzay, $f:(X,\tau)\to(Y,\sigma)$ birebir örten neutrosophic sürekli fonksiyon ve $g=f^{-1}$'de f nin neutrosophic ters fonksiyonu olsun. f fonksiyonu neutrosophic süreklidir $\Longleftrightarrow$ $g=f^{-1}$ fonksiyonu neutrosophic kapalıdır (Kaya, 2017).

Tanım 2.5.4 (X,τ) ve (Y,σ) iki neutrosophic topolojik uzay ve $f : X \to Y$ fonksiyonu verilsin. Eğer aşağıdaki özellikler sağlanıyorsa, f fonksiyonuna neutrpsophic homeomorfizm denir.

i. f fonksiyonu bire-bir ve örten,

ii. f ve f^{-1} fonksiyonları neutrosophic süreklidir (Kaya, 2017).

Tanım 2.5.5 $f : (X,\tau) \to (Y,\sigma)$ fonksiyonu neutrosophic homeomorfizm ise (X,τ) ve (Y,σ)neutrosophic topoloji uzaylarına neutrosophic homeomorf denir. Eğer X ve Y neutrosophic kümeleri üzerinde τ ve σ topolojik yapılarından başka topoljik yapılar düşünülemiyorsa X ve Y neutrosophic kümeleri homeomorftur denir (Kaya, 2017).

Teorem 2.5.18 $f : (X,\tau) \to (Y,\sigma)$ ve $g : (Y,\sigma) \to (Z,\rho)$ iki neutrosophic homeomorfizm olsunlar. Bu durumda $g \circ f : (X,\tau) \to (Z,\rho)$ neutrosophic bileşke fonksiyonu da neutrosophic homeomorfizmdir (Kaya, 2017).

Teorem 2.5.19 $f : (X,\tau) \to (Y,\sigma)$ bire-bir ve örten neutrosophic bir fonksiyon olsun. f fonksiyonu neutrosophic homeomorfizmdir $\Longleftrightarrow$ f fonksiyonu neutrosophic sürekli ve neutrosophic açık bir fonksiyondur (Kaya, 2017).

Teorem 2.5.20 $f : (X,\tau) \to (Y,\sigma)$ bire-bir ve örten neutrosophic bir fonksiyon olsun. f fonksiyonu neutrosophic homeomorfizmdir $\Longleftrightarrow$ f fonksiyonu neutrosophic sürekli ve neutrosophic kapalı bir fonksiyondur (Kaya, 2017).

Tanım 2.5.6 Neutrosophic homeomorfizmler altında korunan özelliklere neutrosophic topolojiksel özellikler denir (Kaya, 2017).

3. NEUTROSOPHIC TOPOLOJİK UZAYLARDA KOMPAKTLIK

3.1 Neutrosophic Topolojik Örtü

Tanım 3.1.1 $X \neq \emptyset$ ve $A \in \mathcal{N}(X)$ olsun. Eğer $\Gamma = \{U_i : i \in I\} \subseteq \mathcal{N}(X)$ ailesi için $A \sqsubseteq \bigsqcup_{i\in I} U_i$ oluyorsa Γ ailesine A'nın bir neutrosophic örtüsü denir. A yerine $\tilde{X}$ alınırsa Γ ailesine $\tilde{X}$'in bir örtüsü denir ve $\tilde{X} = \bigsqcup_{i\in I} U_i$ dir.

Tanım 3.1.2 (X,τ) bir neutrosophic topolojik uzay, $A \in \mathcal{N}(x)$ ve $\Gamma = \{U_i : i \in I\} \subseteq \tau$ olsun. Eğer $A \sqsubseteq \bigsqcup_{i\in I} U_i$ ise Γ ailesine A'nın bir neutrosophic açık örtüsü denir. A yerine $\tilde{X}$ alınırsa Γ ailesi $\tilde{X}$'in bir açık örtüsü olur ve $\tilde{X} = \bigsqcup_{i\in I} U_i$ dir.

Tanım 3.1.3 (X,τ) bir neutrosophic topolojik uzay, $A \in \mathcal{N}(x)$ ve $\Gamma = \{U_i : i \in I\} \subseteq \kappa(\tau)$ olsun. Eğer $A \sqsubseteq \bigsqcup_{i\in I} U_i$ ise Γ ailesine A'nın bir neutrosophic kapalı örtüsü denir. A yerine $\tilde{X}$ alınırsa Γ ailesi $\tilde{X}$'in bir kapalı örtüsü denir ve $\tilde{X} = \bigsqcup_{i\in I} U_i$ dir.

Tanım 3.1.4 $X \neq \emptyset$ ve $A \in \mathcal{N}(X)$ olsun. Eğer $J \subseteq I$ sonlu ise $\Gamma = \{U_i : i \in I\} \subseteq \mathcal{N}(X)$ ailesi için $A \sqsubseteq \bigsqcup_{j\in J} U_j$ oluyorsa Γ ailesine A'nın bir neutrosophic sonlu örtüsü denir. A yerine $\tilde{X}$ alınırsa Γ ailesine $\tilde{X}$'in bir sonlu örtüsü denir ve $\tilde{X} = \bigsqcup_{j\in J} U_j$ dir.

Tanım 3.1.5 $X \neq \emptyset$ ve $A \in \mathcal{N}(X)$ olsun. Eğer $\Gamma = \{U_i : i \in I\} \subseteq \mathcal{N}(X)$ ailesi A'nın bir neutrosophic açık örtüsü ve $J \subseteq I$ olmak üzere, $\delta = \{U_i : i \in J\}$ ailesi A'nın bir neutrosophic örtüsü ise $\delta = \{U_i : i \in J\}$ neutrosophic örtüsüne $\Gamma = \{U_i : i \in I\}$ neutrosophic örtüsünün bir neutrosophic altörtüsü denir.

Tanım 3.1.6 $X \neq \emptyset$ ve $A \in \mathcal{N}(X)$ olsun. Eğer $\Gamma = \{U_i : i \in I\} \subseteq \mathcal{N}(X)$ ailesi A'nın bir neutrosophic açık örtüsü ve $J \subseteq I$ sonlu olmak üzere, $\delta = \{U_i : i \in J\}$ ailesi A'nın bir neutrosophic örtüsü ise $\delta = \{U_i : i \in J\}$ neutrosophic örtüsüne $\Gamma = \{U_i : i \in I\}$ neutrosophic örtüsünün bir neutrosophic sonlu altörtüsü denir.

3.2 Neutrosophic Kompakt Uzaylar

Tanım 3.2.1 (X,τ) bir neutrosophic topolojik uzay ve $A \in \mathcal{N}(X)$ olsun. Eğer A'in her neutrosophic açık örtüsünün neutrosophic sonlu bir alt örtüsü varsa A'ya (X,τ) uzayında neutrosophic kompakt bir küme denir. A yerine $\tilde{X}$ alınırsa, (X,τ) uzayına neutrosophic kompakt uzay adı verilir.

Örnek 3.2.1 X sonlu bir küme olmak üzere (X,τ) neutrosophic topolojik uzayı verilsin.

X sonlu bir küme olduğundan τ sonludur. Böylece $\{U_i : i \in I\}$ ailesi bu uzayın neutrosophic açık bir örtüsü ise $\{U_i : i \in I\} \sqsubseteq \tau$ olduğundan bu örtü sonludur. O halde X' in her $\{U_i : i \in I\}$ neutrosophic açık örtüsünün sonlu bir $\{U_i : i \in I\}$ alt örtüsü vardır. Böylece (X,τ) uzayı neutrosophic kompakttır.

Örnek 3.2.2 Herhangi bir (X,τ) neutrosophic topolojik uzayının sonlu her A alt kümesinin kompakt olduğunu gösterelim.

Örnek 3.2.1 gereğince (A,τ_A) neutrosophic uzayı kompakttır. O halde A kümesi X'in neutrosophic kompakt bir alt kümesidir. A keyfi olduğundan (X,τ) neutrosophic uzayının sonlu her alt kümesi neutrosophic kompakttır.

Teorem 3.2.1 $f : (X,\tau) \to (Y,\sigma)$ neutrosophic sürekli bir fonksiyon olsun. Eğer (X,τ) neutrosophic uzayı neutrosophic kompakt ise $f(X)$ kümesi (Y,σ) neutrosophic uzayında neutrosophic kompakttır.

İspat. $\{U_i : i \in I\}$ ailesi, $f(X)$ kümesinin neutrosophic açık bir örtüsü olsun. f fonksiyonu neutrosophic sürekli olduğundan her $i \in I$ için, $f^{-1}(U_i)$ kümeleri, (X,τ) neutrosophic uzayında açıktır. Ayrıca

$$X \sqsubseteq f^{-1}(f(X)) \sqsubseteq f^{-1}\left(\bigsqcup_{i\in I}(U_i)\right) = \bigsqcup_{i\in I} f^{-1}(U_i)$$

olur. Böylece $\left\{f^{-1}(U_i) \sqsubseteq X : i \in I\right\}$ ailesi, X kümesinin neutrosophic açık bir örtüsü olur. (X,τ) neutrosophic uzayı neutrosophic kompakt olduğundan

$$X = \bigsqcup_{i=1}^{n} f^{-1}(U_i)$$

bulunur. Buradan her $i \in \{1,2,\ldots,n\}$ için, $f\left(f^{-1}(U_i)\right) \sqsubseteq U_i$ olduğundan, $f(X) \sqsubseteq \bigsqcup_{i=1}^{n} U_i$ elde edilir. Sonuç olarak $f(X)$ kümesi, (Y,σ) neutrosophic uzayında neutrosophic kompakttır.

Sonuç 3.2.1 $f : (X,\tau) \to (Y,\sigma)$ neutrosophic sürekli ve örten bir fonksiyon olsun. (X,τ) neutrosophic kompakt ise (Y,σ) neutrosophic uzayıda neutrosophic kompakt uzaydır.

f fonksiyonu örten, dolayısıyla $f(X) = Y$ olduğundan, bu durum Teorem 3.2.1' in bir sonucudur.

Teorem 3.2.2 (X, τ) neutrosophic topolojik uzay olsun. Bu durumda X'in sonlu sayıdaki neutrosophic kompakt alt kümelerinin neutrosophic birleşimide neutrosophic kompakttır.

İspat. $A_1, A_2, \ldots, A_n$ kümeleri (X, τ) neutrosophic uzayında neutrosophic kompakt ve $A = A_1 \sqcup A_2 \sqcup \ldots \sqcup A_n$ olsun. $\{U_i : i \in I\}$ ailesi A kümesinin neutrosophic açık bir örtüsü olsun. Bu durumda $k = 1, 2, \ldots, n$ için $A_k \sqsubseteq A \sqsubseteq \bigsqcup_{U \in \{U_i : i \in I\}} U$ olduğundan her bir $k = 1, 2, \ldots, n$ için $\{U_i : i \in I\}$ ailesi A_k kümesinin neutrosophic açık bir örtüsüdür. Her bir A_k kümesi kompakt olduğundan $\{U_i : i \in I\}$ örtüsünün A_k kümesini örtecek şekilde neutrosophic sonlu bir $\{U_i : i \in I\}_k$ neutrosophic alt örtüsü vardır. Bu durumda herbir $k = 1, 2, \ldots, n$ için $A_k \sqsubseteq \bigsqcup_{U \in \{U_i : i \in I\}_k} U$ olur. Böylece $\bigsqcup_{k=1}^{n} \{U_i : i \in I\}_k = \{U_i : i \in I\}_0$ olmak üzere

$$A = \bigsqcup_{k=1}^{n} A_k \sqsubseteq \bigsqcup_{k=1}^{n} \left(\bigsqcup_{U \in \{U_i : i \in I\}_k} U \right) = \bigsqcup_{U \in \{U_i : i \in I\}_0} U$$

olur. Diğer bir deyişle $\{U_i : i \in I\}_0$ ailesi $\{U_i : i \in I\}$ neutrosophic açık örtüsünün A kümesini neutrosophic örtecek şekilde bir neutrosophic alt örtüsüdür. Üstelik, her bir $\{U_i : i \in I\}_k$ neutrosophic sonlu olduğundan $\{U_i : i \in I\}_0$ neutrosophic sonludur. O halde A kümesi neutrosophic kompakttır.

Teorem 3.2.3 Neutrosophic kompakt bir (X, τ) uzayının neutrosophic kapalı her A alt kümesi neutrosophic kompakttır.

İspat. $\{U_i : i \in I\}$ ailesi A kümesinin neutrosophic açık bir örtüsü olsun. Bu durumda $A \sqsubseteq \bigsqcup_{i \in I} U_i$ ve A kümesi neutrosophic kapalı olduğundan A^c kümesi açıktır. Diğer yandan,

$$X = \left(\bigsqcup_{i \in I} U_i \right) \sqcup A^c$$

dir. Böylece $\{U_i : i \in I\} \sqcup A^c$ ailesi X uzayının neutrosophic açık örtüsüdür. (X, τ) uzayı neutrosophic kompakt olduğundan bu örtünün $\{U_{i_1}, U_{i_2}, \ldots, U_{i_n}\}$ gibi neutrosophic sonlu bir alt örtüsü vardır.

i. $A^c \notin \{U_{i_1}, U_{i_2}, \ldots, U_{i_n}\}$ ise $\{U_{i_1}, U_{i_2}, \ldots, U_{i_n}\}$ neutrosophic örtüsü $\{U_i : i \in I\}$ neutrosophic örtüsünün neutrosophic sonlu bir alt örtüsüdür.

ii. $A^c \in \{U_{i_1}, U_{i_2}, \ldots, U_{i_n}\}$ ise bir $r \in \{1, 2, \ldots, n\}$ için $U_{i_r} = A^c$ dir. Bu durumda

$$X = U_{i_1} \sqcup U_{i_2} \sqcup \ldots \sqcup U_{ir-1} \sqcup A^c \sqcup U_{ir+1} \sqcup \ldots \sqcup U_{i_n}$$

olur. Böylece

$$A \sqsubseteq U_{i_1} \sqcup U_{i_2} \sqcup \ldots \sqcup U_{i_{r-1}} \sqcup A^c \sqcup U_{i_{r+1}} \sqcup \ldots \sqcup U_{i_n}$$

ve $A^c \sqcap A = \emptyset$ olduğundan

$$A \sqsubseteq U_{i_1} \sqcup U_{i_2} \sqcup \ldots \sqcup U_{i_{r-1}} \sqcup U_{i_{r+1}} \sqcup \ldots \sqcup U_{i_n}$$

elde edilir. Dolayısıyla $U_{i_1}, U_{i_2}, \ldots, U_{i_{r-1}}, U_{i_{r+1}}, \ldots, U_{i_n}$ neutrosophic örtüsü A'nın $\{U_i : i \in I\}$ neutrosophic açık örtüsünün neutrosophic sonlu bir alt örtüsüdür.

O halde A kümesi neutrosophic kompakttır.

Teorem 3.2.4 (X, τ) bir neutrosophic Hausdorff uzayı, A bu uzayın neutrosophic kompakt bir alt kümesi ve $x \notin A$ olsun. Bu durumda

$$x \in U,\ A \sqsubseteq V \text{ ve } U \sqcap V = \emptyset$$

olacak şekilde U ve V neutrosophic açık kümeleri vardır.

İspat. $x \notin A$ olduğundan her $y \in A$ için $x \neq y$ dir. (X, τ) bir neutrosophic Hausdorff uzayı olduğundan her $y \in A$ için

$$x \in U_y,\ y \in V_y \text{ ve } U_y \sqcap V_y = \emptyset$$

olacak şekilde $U_y \in \tau$ ve $V_y \in \tau$ kümeleri vardır. Bu durumda $\{V_y : y \in A\}$ ailesi A kümesinin neutrosophic açık bir örtüsü olur. A kümesi neutrosophic kompakt olduğundan bu örtünün $\{V_{y_i} : i = 1, 2, \ldots, n\}$ gibi neutrosophic sonlu bir alt örtüsü vardır.

$$U = U_{y_1} \sqcap U_{y_2} \sqcap \ldots \sqcap U_{y_n},\ V = V_{y_1} \sqcup V_{y_2} \sqcup \ldots \sqcup V_{y_n}$$

olsun. Bu durumda

$$x \in U,\ A \sqsubseteq V \text{ ve } U, V \in \tau$$

olur. Şimdi, $U \sqcap V = \emptyset$ olduğunu gösterelim. Varsayalım ki $z \in U \sqcap V$ olsun. Bu durumda $z \in U$ ve $z \in V$ dir. Böylece $z \in U$ olduğundan $i = 1, 2, \ldots, n$ için $z \in U_{y_i}$ ve $z \in V$

olduğundan en az bir $i_0 \in \{1,2,\ldots,n\}$ için $z \in V_{y_{i_0}}$ dır. Böylece $z \in U_{y_{i_0}} \sqcap V_{y_{i_0}}$ dır. Yani $z \in U_{y_{i_0}} \sqcap V_{y_{i_0}} \neq \emptyset$ dur. Bu ise bir çelişkidir. O halde $U \sqcap V = \emptyset$ dur.

Teorem 3.2.5 Herhangi bir (X,τ) neutrosophic Hausdorff uzayının neutrosophic kompakt her A alt kümesi kapalıdır.

İspat. $x \in A^c$ olsun. Teorem (3.2.4) gereğince

$$x \in U_x,\ A \sqsubseteq V \text{ ve } U_x \sqcap V = \emptyset$$

olacak şekilde $U_x, V \in \tau$ neutrosophic kümeleri vardır. $U_x \sqcap A = \emptyset$ olduğundan $U_x \sqsubseteq A^c$ elde edilir. Buradan A^c açıktır. (Veya $A^c = \bigsqcup_{x \in A^c} U_x$ olduğundan A^c açıktır.) Bu durumda A kümesi kapalı olur.

Not 3.2.1 (X,τ) bir neutrosophic Hausdorff uzayı değilse bu teorem doğru olmayabilir. Örneğin, herhangi bir neutrosophic (X,τ) kaba uzayında her $x \in X$ için $\{x\}$ kümesi neutrosophic kompakt olmasına rağmen kapalı değildir. Benzer şekilde $(X,\tau(a))$ neutrosophic uzayında $\{a\}$ kümesi neutrosophic kompakt olmasına rağmen kapalı değildir.

Teorem 3.2.6 (X,τ) bir Hausdorff uzayı olmak üzere F_1, F_2 kümeleri neutrosophic kompakt ve $F_1 \sqcap F_2 = \emptyset$ olsun. Bu durumda

$$F_1 \sqsubseteq V,\ F_2 \sqsubseteq U \text{ ve } U \sqcap V = \emptyset$$

olacak şekilde $U, V \in \tau$ kümeleri vardır.

İspat. $F_1 \sqcap F_2 = \emptyset$ olduğundan her $y \in F_2$ için $y \notin F_1$ olur. Teorem 3.2.4 gereğince her $y \in F_2$ için

$$y \in U_y,\ F_1 \sqsubseteq V_y \text{ ve } U_y \sqcap V_y = \emptyset$$

olacak şekilde $U_y, V_y \in \tau$ kümeleri vardır. Bu durumda $\{U_y : y \in F_2\}$ ailesi F_2 kümesinin neutrosophic açık bir örtüsü olur. F_2 neutrosophic kompakt olduğundan bu örtünün $\{U_{y_i} : i = 1,2,\ldots,n\}$ gibi neutrosophic sonlu alt örtüsü vardır.

$$U = U_{y_1} \sqcup U_{y_2} \sqcup \ldots \sqcup U_{y_n} \text{ ve } V = V_{y_1} \sqcap V_{y_2} \sqcap \ldots \sqcap V_{y_n}$$

olsun. Açıkça $U, V \in \tau$ ve $F_2 \sqsubseteq U$, $F_1 \sqsubseteq V$ olur. Şimdi $U \sqcap V = \emptyset$ olduğunu gösterelim. Varsayalım ki $z \in U \sqcap V$ olsun. Bu durumda $z \in V$ ve $z \in U$ olur. Böylece $z \in V$ olduğundan $i = 1,2,\ldots,n$ için $z \in V_{y_i}$ ve $z \in U$ olduğundan en az bir $i_0 \in \{1,2,\ldots,n\}$

için $z \in U_{y_{i_0}}$ olur. Böylece $z \in U_{y_{i_0}} \sqcap V_{y_{i_0}} \neq \emptyset$ olur. Bu ise çelişkidir. O halde $U \sqcap V = \emptyset$ olur.

Teorem 3.2.7 Herhangi bir neutrosophic kompakt (X, τ) Hausdorff uzayı normaldir.

İspat. F_1 ve F_2 kümeleri neutrosophic (X, τ) uzayında kapalı ve $F_1 \sqcap F_2 = \emptyset$ kümeleri kapalı olsun. Teorem 3.2.3 gereğince F_1 ve F_2 kümeleri neutrosophic kompakttır.
$F_1 \sqcap F_2 = \emptyset$ olduğundan Teorem 3.2.6 gereğince $F_1 \sqsubseteq U$, $F_2 \sqsubseteq V$ ve $U \sqcap V = \emptyset$ olacak şekilde $U, V \in \tau$ kümeleri vardır. Böylece, (X, τ) neutrosophic uzayı normaldir.

Teorem 3.2.8 $f : (X, \tau_1) \to (Y, \tau_2)$ sürekli ve örten fonksiyon olsun. (X, τ_1) uzayı neutrosophic uzayı kompaktsa (Y, τ_2) uzayıda neutrosophic kompakttır.

İspat. $\{U_i \in I\}$ neutrosophic ailesi Y'nin neutrosophic bir açık örtüsü olsun. Bu durumda $Y = \bigsqcup_{i \in I} U_i$ dir. f sürekli ve her $i \in I$ için U_i açık olduğundan $f^{-1}(U_i)$ açıktır. Diğer yandan

$$X = f^{-1}(Y) = f^{-1}\left(\bigsqcup_{i \in I} U_i\right) = \bigsqcup_{i \in I} f^{-1}(U_i)$$

olur. O halde $\left\{f^{-1}(U_i) : i \in I\right\}$ neutrosophic ailesi X'in neutrosophic açık bir örtüsüdür. X neutrosophic kompakt olduğundan bu örtünün

$$\left\{f^{-1}(U_{i_1}), f^{-1}(U_{i_2}), \ldots, f^{-1}(U_{i_m})\right\}$$

gibi neutrosophic sonlu bir alt örtüsü vardır. Böylece

$$f^{-1}(U_{i_1}) \sqcup f^{-1}(U_{i_2}) \sqcup \ldots \sqcup f^{-1}(U_{i_m})$$

olur. Bu durumda f örten olduğundan

$$\begin{aligned} Y &= f(X) = f\big(f^{-1}(U_{i_1}) \sqcup f^{-1}(U_{i_2}) \sqcup \ldots \sqcup f^{-1}(U_{i_m})\big) \\ &= f\big(f^{-1}(U_{i_1})\big) \sqcup f\big(f^{-1}(U_{i_2})\big) \sqcup \ldots \sqcup f\big(f^{-1}(U_{i_m})\big) \\ &= U_{i_1} \sqcup U_{i_2} \sqcup \ldots \sqcup U_{i_m} \end{aligned}$$

olur. Yani $\{U_{i_1}, U_{i_2}, \ldots, U_{i_m}\}$ neutrosophic örtüsü Y' nin $\{U_i : i \in I\}$ neutrosophic açık örtüsünün neutrosophic sonlu bir alt örtüsüdür. Böylece (Y, τ_2) neutrosophic uzayı neutrosophic kompakttır.

Teorem 3.2.9 (X,τ_1) neutrosophic kompakt bir uzay ve (Y,τ_2) bir neutrosophic Hausdorff uzayı olsun. Eğer $f:(X,\tau_1)\to(Y,\tau_2)$ neutrosophic sürekli bir fonksiyon ise f kapalıdır.

İspat. A kümesi (X,τ_1) neutrosophic uzayında kapalı olsun. Teorem 3.2.3 gereğince A neutrosophic kompakttır. f neutrosophic sürekli olduğundan Teorem 3.2.8 gereğince $f(A)$ kümesi (Y,τ_2) neutrosophic uzayında neutrosophic kompakttır. (Y,τ_2) bir neutrosophic Hausdorff uzayı olduğundan Teorem 3.2.5 gereğince $f(A)$ kapalıdır. O halde f fonksiyonu kapalı bir fonksiyondur.

Örnek 3.2.3 (X,τ_1) bir neutrosophic Haousdorff uzayı, (X,τ_2) neutrosophic bir uzay ve $\tau_1 \sqsubseteq \tau_2$ ise $\tau_1=\tau_2$ olduğunu gösterelim.

Açıkça $(X,\tau_2)\to(X,\tau_1)$ neutrosophic fonksiyonu bire-bir örten ve sürekli olduğundan bir homeomorfizimdir. Dolayısıyla $U\in\tau_2$ ise $U\in\tau_1$ dir. Yani $\tau_2\sqsubseteq\tau_1$ dir. O halde $\tau_1=\tau_2$ dir.

Teorem 3.2.10 (X,τ_1) ve (Y,τ_2) iki neutrosophic topolojik uzay olmak üzere C kümesi (Y,τ_2) neutrosophic uzayının kompakt bir neutrosophic alt kümesi ve U kümesi $(X\times Y,\tau_1\times\tau_2)$ neutrosophic uzayında açık bir küme olsun. Bu durumda

$$V=\left\{x\in X:\{x\}\times C\sqsubseteq U\right\}$$

kümesi (X,τ_1) neutrosophic uzayında açıktır.

İspat. $x\in V$ olsun. Bu durumda $\{x\}\times C\sqsubseteq U$ olur. O halde her $y\in C$ için $(x,y)\in U$ olur. U kümesi $(X\times Y,\tau_1\times\tau_2)$ neutrosophic uzayında açık bir küme olduğundan her $y\in C$ için $(x,y)\in U_y\times V_y\sqsubseteq U$ olacak şekilde $U_y\in\tau_1$ ve $V_y\in\tau_2$ neutrosophic kümeleri vardır. Bu durumda

$$\mathscr{U}=\{V_y:y\in C\}$$

ailesi C nin neutrosophic açık bir örtüsüdür. C neutrosophic kompakt olduğundan bu örtünün

$$\mathscr{V}=\{V_{y_1},V_{y_2},\ldots,V_{y_n}\}$$

gibi sonlu bir neutrosophic alt örtüsü vardır.

$$U_x=U_{y_1}\cap U_{y_2}\cap\ldots\cap U_{y_n}\ \text{ve}\ V_x=V_{y_1}\cap V_{y_2}\cap\ldots\cap V_{y_n}$$

olsun. Bu durumda $x \in U_x$ ve $C \sqsubseteq V_x$ olur. Üstelik, $U_x \in \tau_1$ ve $V_x \in \tau_2$ dir. Diğer yandan

$$U_x \times C \sqsubseteq U_x \times \bigsqcup_{i=1}^{n} V_{y_i} \sqsubseteq \bigsqcup_{i=1}^{n} (U_x \times V_{y_i}) \sqsubseteq \bigsqcup_{i=1}^{n} (U_{y_i} \times V_{y_i}) \sqsubseteq U$$

olur. O halde her $z \in U_x$ için $\{z\} \times C \sqsubseteq U$ olur. Böylece V nin tanımı gereğince $z \in V$ olur. Buradan $U_x \sqsubseteq V$ elde edilir. Bu durumda $x \in U_x$, $U_x \sqsubseteq V$ ve $U_x \in \tau_1$ olduğundan V kümesi açıktır. $\Big($Veya $V = \bigsqcup_{x \in V} U_x$ olduğundan V kümesi açıktır.$\Big)$

3.3 Sayılabilir Neutrosophic Topolojik Kompakt Uzaylar

Tanım 3.3.1 (X, τ) bir neutrosophic topolojik uzay olsun. X in sayılabilir her neutrosophic açık örtüsünün neutrosophic sonlu bir alt örtüsü varsa X uzayına sayılabilir neutrosophic kompakttır denir. Eğer $A \sqsubseteq X$ ve (A, τ_A) uzayı sayılabilir neutrosophic kompaktsa A kümesine (X, τ) neutrosophic uzayının sayılabilir neutrosophic kompakt alt kümesi denir.

Not 3.3.1 Neutrosophic kompaktlık ve sayılabilir neutrosophic kompaktlık tanımları gereğince her neutrosopohic kompakt uzay sayılabilir neutrosophic kompakttır.

Teorem 3.3.1 (X, τ) sayılabilir neutrosophic kompakt bir uzay ve A da X in kapalı bir neutrosophic alt kümesi olsun. Bu durumda A alt uzayı sayılabilir neutrosophic kompakttır.

İspat. $\mathscr{U} = \{U_i : i \in I\}$ ailesi A nın sayılabilir neutrosophic açık alt örtüsü olsun. Bu durumda $\mathscr{U} \sqcup A^c$ ailesi X in sayılabilir neutrosophic açık bir örtüsüdür. X sayılabilir neutrosophic kompakt olduğundan bu örtünün neutrosophic sonlu bir $\mathscr{U}_1$ alt örtüsü vardır.

i. $A^c \notin \mathscr{U}_1$ ise $\mathscr{U}_1$ ailesi A nın $\mathscr{U}$ neutrosophic örtüsünün neutrosophic sonlu bir alt örtüsü olur.

ii. $A^c \in \mathscr{U}_1$ ise $A \sqcap A^c = \emptyset$ olduğundan $\mathscr{U}_2 = \mathscr{U}_1 \setminus A^c$ ailesini A nın $\mathscr{U}$ neutrosophic örtüsünün neutrosophic sonlu bir alt örtüsüdür.

O halde A kümesi sayılabilir neutrosophic kompakttır.

Teorem 3.3.2 (X,τ_1) neutrosophic sayılabilir kompakt uzay ve (Y,τ_2) herhangi bir neutrosophic topolojik uzay olsun. $f : X \to Y$ sürekli örten fonksiyon ise (Y,τ_2) uzayı sayılabilir neutrosophic kompakttır.

İspat. Tanım 3.3.1 ile ispatı açıktır.

4. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada neutrosophic toplojik uzaylarda kompaktlık kavramı verilerek, temel özellikleri ve sonuçları arasındaki ilişkileri değerlendirilmiştir. İlerdeki çalışmalarda neutrosophic topolojik uzaylarda süreklilik, neutrosophic topolojik uzaylarda yakınsaklık, neutrosophic topolojik uzaylarda ayırma aksiyomları, neutrosophic topolojik uzaylarda bağlantılılık gibi konular hakkında çalışmalar yapılabilir. Bu şekilde klasik topolojik uzaylardaki mevcut yapılar neutrosophic topolojik uzaylarda yeniden ele alınabilir.

5. KAYNAKLAR

Atanassov, K. 1986. Intuitionistic fuzzy sets. Fuzzy Sets and Systems, (20):87-96.

Broumi, S., Smarandache, F. 2013. Intuitionistic neutrosophic soft set. Journal of Information and Computing Science, 8(2): 130-140.

Broumi, S., Smarandache, F. 2013. More on intuitionistic neutrosophic soft set. Computer Science and Information Technology, 1(4): 257-268.

Chang, C. L. 1968. Fuzzy topological space. Journal of Mathematical Analysis and Applications, (24): 182-190.

Çoker, D. 1997. An introduction to intuitionistic fuzzy topological spaces. Fuzzy Sets and Systems, 88(1): 81-89.

Karataş, S., Kuru, C. 2016. Neutrosophic topology. Neutrosophic Sets and Systems, (13): 90-96.

Kaya, G. 2017. Neutrosophic topolojik uzaylarda süreklilik. Ordu Üniversitesi Yayınları.

Koçak, M. 2015. Genel Topolojiye Giriş ve Problem Çözümleri. Nisan Kitabevi Yayınları. Companies.

Lupiáñez, F., G. 2008. On neutrosophic topology. The International Journalof Systems and Cybernetics, 37(6): 797-800.

Lupiáñez, F., G. 2009. Interval neutrosophic sets and topology. The International Journal of Systems and Cybernetics, 38(3/4): 621-624.

Lupiáñez, F., G. 2009. On various neutrosophic topologies. The International Journal of Systems and Cybernetics, 38(6): 1009-1013.

Lupiáñez, F., G. 2010. On neutrosophic paraconsistent topology. The International Journal of Systems and Cybernetics, 39(4): 598-601.

Salama, A., AL-Blowi, S. 2012. Generalized neutrosophic set and generalized neutrosophic topological spaces, Computer Science and Engineering, 2(7): 129-132.

Smarandache, F. 2005. Neutrosophic set - a generalization of the intuitionistic fuzzy set. International Journal of Pure and Applied Mathematics, 24(3): 287-297.

Smarandache, F. 2002. Neutrosophy and neutrosophic logic, first international conference on neutrosophy, neutrosophic logic, set, probability, and statistics. University of New Mexico, Gallup, NM 87301, USA.

Yıldız, C. 2005. Genel Topoloji, Gazi Kitabevi.

Zadeh, L. 1965. Fuzzy Sets. Inform and Control, (8):338-353.

DİZİN

ÖZGEÇMİŞ

Adı-Soyadı : Burak KILIÇ

Doğum Yeri : Kocaeli

Doğum Tarihi : 04.08.1991

Yabancı Dili : İngilizce

E-mail : burak-kilic-61@hotmail.com

Öğrenim Durumu:

Derece	**Bölüm/Program**	**Üniversite**	**Yıl**
Lisans	Matematik	Ordu Üniversitesi	2010-2015