

**BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ
ENSTİTÜSÜ
KALİTE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
KALİTE MÜHENDİSLİĞİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

**DİYALİZDE KULLANILAN ARTER-VEN SETLERİNDE
NÖTROSOFİK REGRESYON ANALİZİ İLE HATALI ÜRÜN
MİKTARI TAHMİNİ**

**HAZIRLAYAN
SERENAY ÇETİNKAYA**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ANKARA - 2021

**BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
KALİTE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
KALİTE MÜHENDİSLİĞİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

**DİYALİZDE KULLANILAN ARTER-VEN SETLERİNDE
NÖTROSOFİK REGRESYON ANALİZİ İLE HATALI ÜRÜN
MİKTARI TAHMİNİ**

HAZIRLAYAN

SERENAY ÇETİNKAYA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TEZ DANIŞMANI

DOÇ. DR. KUMRU DİDEM ATALAY

ANKARA - 2021

BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Kalite Mühendisliği Anabilim Dalı Kalite Mühendisliği Tezli Yüksek Lisans Programı çerçevesinde Serenay Çetinkaya tarafından hazırlanan bu çalışma, aşağıdaki jüri tarafından Yüksek Lisans / Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 27 / 06 / 2021

Tez Adı: Diyalizde Kullanılan Arter-Ven Setlerinde Nötrosolik Regresyon Analizi İle Hatalı Ürün Miktarı Tahmini

Tez Jüri Üyeleri (Unvanı, Adı - Soyadı, Kurumu)	İmza
Prof.Dr. Canan Hamurkaraođlu, Karabük Üniversitesi
Doç.Dr.Kumru Didem Atalay, Başkent Üniversitesi
Dr.Öğr.Üyesi Filiz Kara, Başkent Üniversitesi

ONAY

Prof. Dr. Ömer Faruk Elaldı
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Tarih: ... / ... /

BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS / DOKTORA TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU

Tarih: 21/ 06/ 2021

Öğrencinin Adı, Soyadı : Serenay Çetinkaya
Öğrencinin Numarası : 21810303
Anabilim Dalı : Kalite Mühendisliği
Programı : Kalite Mühendisliği Tezli Yüksek Lisans
Danışmanın Unvanı/Adı, Soyadı : Doç.Dr. Kumru Didem Atalay
Tez Başlığı : Diyalizde Kullanılan Arter-Ven Setlerinde Nötrosolik Regresyon Analizi İle Hatalı Ürün Miktarı Tahmini

Yukarıda başlığı belirtilen Yüksek Lisans tez çalışmamın; Giriş, Ana Bölümler ve Sonuç Bölümünden oluşan, toplam 57 sayfalık kısmına ilişkin, 21/ 06/ 2021 tarihinde tez danışmanım tarafından Turnitin adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 2'dir.

Uygulanan filtrelemeler:

1. Kaynakça hariç
2. Alıntılar hariç
3. Beş (5) kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

“Başkent Üniversitesi Enstitüleri Tez Çalışması Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Usul ve Esaslarını” inceledim ve bu uygulama esaslarında belirtilen azami benzerlik oranlarına tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Öğrenci İmzası:

ONAY

.../.../2021

Doç.Dr.Kumru Didem Atalay

ÖZET

Serenay Çetinkaya

DIYALİZDE KULLANILAN ARTER-VEN SETLERİNDE NÖTROSOFİK REGRESYON ANALİZİ İLE HATA TAHMİNİ

Başkent Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Kalite Mühendisliği Ana Bilim Dalı

2021

Böbrek vücudtaki zararlı maddeleri uzaklaştırma, asit baz dengesini düzenleme gibi işlevlerini yerine getiremez ise böbrek hastalıkları oluşmaya başlar. Küresel bir sorun haline gelen böbrek yetmezliğinde, ilerlemeyi geciktirmek ve olumsuz sonuçları önlemek için erken teşhis, hastalığın değerlendirilmesi, önleyici çözümler ve tedavi süreci önemli bir yer tutmaktadır. Diyaliz, böbrek fonksiyonu yetersiz olan bir hastayı desteklemek için kullanılan bir tedavi yöntemi olup bu yöntemin uygulanması için kullanılan mekanizmanın içerisinde arter-ven setleri önemli bir yer tutmaktadır. Çalışma kapsamında diyaliz konusunda kendini kanıtlamış global bir medikal firmada üretilen arter-ven setleri üzerinde çalışılmış olup bu setler altı adet alt üründen oluşmaktadır. Bu alt ürünler; hasta bağlantıları, arter veya ven izolatörü, heparin hattı, enjeksiyon portu, ven kan haznesi ve klemlerdir. Bu çalışmada, arter-ven setlerinin alt ürünlerine ilişkin hata miktarı tahmini için nütrosifik regresyon analizi kullanılmıştır. Tahmin modelinin oluşturulması için bu alt ürünlerin geçmiş beş yıla yönelik aylık verileri baz alınmıştır. Bu sayede üretilen arter-ven setlerinde nütrosifik regresyon analizi ile gelecek aylara ilişkin hata miktarları tahminleri yapmak amaçlanmıştır. Üretim sonrası yapılacak kalite kontrol süreçlerinde oluşacak hatalı ürünlerin ayıklanması müşteri memnuniyetini beraberinde getirecektir ancak ayrılan hatalı ürün maliyetleri firmaya yansıtacaktır. Oluşturulan tahmini modeller ve hata tahminleri kullanılarak ileriye yönelik üretim ve maliyet planlamalarının yapılmasına olanak sağlanması amaçlanmıştır.

ANAHTAR KELİMELER : Nütrosifik Regresyon , Nütrosifik İstatistik , Bulanık , Diyaliz , Arter-Ven Setleri

ABSTRACT

Serenay Çetinkaya

ESTIMATION OF DEFECTIVE PRODUCT ANALYSES AMOUNT BY NEUTROSOPIC REGRESSION ANALYSIS IN ARTERY-VEIN SETS USED IN DIALYSIS

Baskent University Institute of Science and Engineering

Department Of Quality Engineering

2021

If the kidney cannot perform its functions such as removing harmful substances from the body and regulating the acid-base balance, kidney diseases begin to occur. In kidney failure, which has become a global problem, early diagnosis, evaluation of the disease, preventive solutions and treatment process have an important place in order to delay the progression and prevent negative consequences. Dialysis is a treatment method used to support a patient with insufficient renal function, and artery-vein sets have an important place in the mechanism used for the application of this method. Within the scope of the study, artery-vein sets produced in a global medical company that has proven itself in dialysis were studied and these sets consist of six sub-products. These sub products consist of patient connections, artery or vein isolator, heparin line, injection port, vein blood chamber and clamps. In this study, neutrophic regression analysis was used to estimate the amount of error related to the sub-products of artery-vein sets. The monthly data of these sub-products for the past five years have been taken as a basis to create the forecast model. In this way, it is aimed to predict the amount of errors for the next months with the neutrophic regression analysis of the produced sub-products. Elimination of faulty products detected in the quality control processes to be carried out after production will bring customer satisfaction, but the costs of the faulty product will be reflected on the company. It is aimed to enable the production and cost planning for the future by using the estimation model and error estimations created.

KEYWORD: Neutrosophic Regression, Neutrosophic Statistics, Fuzzy, Dialysis, Artery-Vein Sets

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
TABLolar LİSTESİ	v
ŞEKİLLER LİSTESİ	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	vii
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR TARAMASI	4
3. DİYALİZ.....	7
3.1. Hemodiyaliz.....	8
3.2. Periton Diyalizi.....	9
3.3. Diyaliz İstatistikleri.....	9
4. HEMODİYALİZ CİHAZI BİLEŞENLERİ	11
4.1. Diyalizat Devresi	11
4.2. Kan Devresi	12
4.3. Arter-Ven Setleri.....	13
5. YÖNTEM.....	16
5.1. Bağımlı ve Bağımsız Değişkenler.....	16
5.2. Regresyon Analizi	16
5.2.1. Basit Regresyon	17
5.2.2. Çoklu Regresyon	17
5.3. Nötrosofi	18
5.4. Nötrosofik Mantık.....	18
5.5. Nötrosofik Kümeler	21
5.6. Nötrosofik Regresyon	23
6. UYGULAMA	26
6.1. Problemin Tanımlanması.....	26
6.2. Hasta Bağlantıları Hata Miktarı Tahmini.....	27
6.3. Arter Veya Ven İzolatörü Hata Miktarı Tahmini	32
6.4. Heparin Hattı Hata Miktarı Tahmini	35
6.5. Enjeksiyon Portu Hata Miktarı Tahmini	39

6.6. Ven Kan Haznesi Hata Miktarı Tahmini	43
6.7. Klempler Hata Miktarı Tahmini.....	47
7. TARTIŞMA VE SONUÇLAR	56
KAYNAKLAR.....	58

TABLolar LİSTESİ

Sayfa

Tablo 6. 1. Arter Ven Setlerinin Alt Ürünlerine Ait Toplam Ürün Sayıları (TÜS) ve Hatalı Ürün Adetleri (HÜA).....	27
Tablo 6. 2. Hatalı Ürün Oranı (Milyonda).....	27
Tablo 6. 3. Hasta Bağlantılarına Ait Hatalı Ürün Oranları.....	28
Tablo 6. 4. Hasta Bağlantılarına Ait Hatalı Ürün Tahmini	29
Tablo 6. 5. Hasta Bağlantıları İçin Nötrosifik Tahmini Hatalı Ürün Oranları	31
Tablo 6. 6. Arter Ven İzolatörlerine Ait Hatalı Ürün Oranları.....	32
Tablo 6. 7. Arter Ven İzolatörlerine Ait Hatalı Ürün Tahmini	33
Tablo 6. 8. Arter Ven İzolatörleri İçin Nötrosifik Tahmini Hatalı Ürün Oranları.....	35
Tablo 6. 9. Heparin Hattına Ait Hatalı Ürün Oranları.....	36
Tablo 6. 10. Heparin Hattına Ait Hatalı Ürün Tahmini.....	37
Tablo 6. 11. Heparin Hattı İçin Nötrosifik Tahmini Hatalı Ürün Oranları.....	39
Tablo 6. 12. Enjeksiyon Portuna Ait Hatalı Ürün Oranları	40
Tablo 6. 13. Enjeksiyon Portuna Ait Hatalı Ürün Tahmini.....	41
Tablo 6. 14. Enjeksiyon Portu İçin Nötrosifik Tahmini Hatalı Ürün Oranları.....	43
Tablo 6. 15. Ven Kan Haznesine Ait Hatalı Ürün Oranları	44
Tablo 6. 16. Ven Kan Haznesine Ait Hatalı Ürün Tahmini	45
Tablo 6. 17. Ven Kan Haznesi İçin Nötrosifik Tahmini Hatalı Ürün Oranları	47
Tablo 6. 18. Klemplere Ait Hatalı Ürün Oranları.....	48
Tablo 6. 19. Klemplere Ait Hatalı Ürün Tahmini	49
Tablo 6. 20. Klempler İçin Nötrosifik Tahmini Hatalı Ürün Oranları	51
Tablo 6. 21. Arter Ven Setlerinin Altı Alt Ürününe Ait Nötrosifik Hatalı Ürün Oranları ve Tahmini Nötrosifik Hatalı Ürün Oranları.....	53
Tablo 6. 22. Arter Ven Setlerinin Altı Alt Ürününe Ait Nötrosifik Hatalı Ürün Oranları ve Tahmini Nötrosifik Hatalı Ürün Oranları (Devam).....	54
Tablo 6. 23. 2020/1 İçin Tahmini Hatalı Ürün Oranları.....	55

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 4. 1. Arter Ven Seti.....	14
Şekil 4. 2. Arter Seti	15
Şekil 4. 3. Ven Seti	15

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

ABY	Akut böbrek yetmezliği
ETO	Etilen Oksit Sterilizasyonu
SSE	Hata Kareleri Toplamı
HÜA	Hatalı Ürün Adetleri
HD	Hemodiyaliz
NR	Nötrosolik Regresyon
PD	Periton Diyalizi
RRT	Renal Replasman Tedavisi
TÜS	Toplam Ürün Sayıları
UF	Ultrafiltrasyon

1. GİRİŞ

Böbrek, vücuttaki zararlı maddeleri uzaklaştırma, asit baz dengesini düzenleme gibi işlevlerini yerine getiremez ise böbrek hastalıkları oluşmaya başlar. Böbrek hastalıklarında ilerlemeyi geciktirmek ve olumsuz sonuçları önlemek için erken teşhis, hastalığın değerlendirilmesi, önleyici çözümler ve tedavi süreci küresel bir sorun haline gelmiştir. Diyaliz, böbrek fonksiyonu yetersiz olan bir hastayı desteklemek için kullanılan bir tedavidir. Bu tedavi, moleküllerin yarı geçirgen bir membran boyunca elektrokimyasal konsantrasyon ile çözelti içindeki difüzyonu sayesinde gerçekleşir [1]. Diyaliz tedavisinde, hastaya göre belirlenen üç adet tedavi yöntemi kullanılır. Bunlar hemodiyaliz, periton diyalizi ve böbrek naklidir [2]. Bu tedavi yöntemlerinden biri olan hemodiyaliz, hücre içi ve hücre dışı sıvı ortamını dengelemek için gerçekleştirilen bir yöntemdir. Bu işlemde hastanın kanından üre gibi atık maddeler steril su çözeltisi olan diyalizata geçer ve sodyum, klor, bikarbonat gibi maddeler ise hastanın kanına geçer [3]. Hemodiyaliz sırasında, tek kullanımlık üretilen arter-ven setleri hastaya bağlanır. Bu setler sayesinde hastanın kanı diyalizöre gider, daha sonrasında temizlenen kan tekrar hastaya verilir ve cihaz dışında bir kan devresi meydana gelmiş olur. Arter- ven setleri cihaz ile hasta arasındaki bağlantıyı gerçekleştirir. Arter-ven setinin belli başlı alt ürünleri; hasta bağlantıları, arter veya ven izolatörleri, heparin hattı, enjeksiyon portu, ven kan haznesi, arter haznesi, klempler ve arter haznesi olarak sıralanabilir [4].

Toplam kalite, bir üretim ya da hizmet sürecinin en başından başlayıp müşteriye sunulana kadar olan süreci kapsar ve bu süreçteki hata payının sıfıra yaklaşması esas alınır. Bir ürün, üretime başlangıcından müşteriye teslim edilene kadar, belirli kalite kontrol süreçlerinden geçer. Bu sayede hatalı ürünler ayıklanır ve müşteriye ulaşması engellenir. Kalitede ürünün kullanıma uygunluğu ve kullanımı boyunca müşteri memnuniyeti esastır. Kalite kontrol süreçlerinde, hatalı ürünlerin ayıklanması müşteri memnuniyetine katkı sağlayacaktır. Bununla birlikte firmaya fazladan maliyet oluşturacaktır. Günümüz koşullarında hızla gelişen rekabetle başa çıkabilmek adına üretim yapan firmalar, maliyetleri azaltmak ve hatalı ya da eksik ürünlerini en aza indirmek istemektedirler. Hatalı ürün miktarlarının belirlenmesi ve bunların üretilen ürünlerin alt bileşenleri bazında incelenmesi üreticiler açısından önemli bir öngörü sağlayacaktır. Bu sebeple eldeki

bilgileri kullanarak tahmini modellemelerin oluşturulması ve geleceğe yönelik tahminlerde bulunulması istenmektedir.

Gerçek dünyada modellemelerin oluşturulması için kullanılan bilgiler her zaman net olarak elde edilemeyebilir. Bunun sebebi eksik bilgi toplanması, hatalı veri girişi veya verinin net olarak bilinmemesi olabilir. Bu durumda, kurulan tahmini modeller için bulanık yaklaşımlar uygun bir yöntem olabilir. Bu çalışmada bulanık mantığın uzantılarından olan nütrosifik bulanık kümeler kuramından yararlanılmıştır. Tahmin modelleri için nütrosifik regresyon analizi bu belirsizlik durumlarından kurtulmayı sağlayan bir yaklaşım olarak seçilebilir [5].

Çalışma kapsamında nütrosifik regresyon analizi ile arter-ven setlerinin alt ürünlerine ilişkin gelecek yıllara yönelik hata miktarları tahminleri yapılmıştır. Bu ürünün ve alt ürünlerinin geçmiş dört yıla yönelik aylık verileri baz alınarak nütrosifik regresyon modelleri oluşturulmuş ve ileriye yönelik tahminler için kullanılmıştır. Bu tahminler kullanılarak üretim sistemindeki hatalı ürün miktarlarına ilişkin ileriye yönelik tahminler yapmak amaçlanmıştır. Bu sayede üreticilerin müşteri memnuniyetinin devamı için kalite prosedürlerine devam etmeleri ve ileriye yönelik planlamalarını bu tahminler ile oluşacak maliyetleri göz önünde bulundurarak yapmaları hedeflenmektedir. Aynı zamanda hatalı ya da eksik ürün miktarlarının tahmini ile iyileştirme faaliyetlerine katkıda bulunmak amaçlanmaktadır.

Bu çalışma, diyaliz sektöründe kullanılan arter-ven setlerindeki hatalı ürün miktarlarını tayin etmek için nütrosifik regresyon analizi ile bir tahminleme yapan literatürdeki tek çalışmadır. Ayrıca çalışmada, bu setlerin alt ürünlerini incelenmiş ve her alt ürün için nütrosifik regresyon modellemesi kurulmuştur. Arter-ven setlerinin alt ürünleri için ileriye yönelik tahminler yapılması amacıyla kullanılması açısından özgün bir çalışma olarak değerlendirilebilir.

Çalışma yedi temel başlıkta ele alınmaktadır. İlk bölüm giriş bölümüdür ve çalışmanın konusu, amacı ve önemi ve tezin kapsamından bahsedilmektedir. İkinci bölümde böbrek yetmezliği, diyaliz ve nütrosifik kümeler ve bulanık regresyon ile ilgili bilimsel yazın taranması yer almaktadır. Tezin üçüncü bölümünde diyaliz ve böbrek yetmezliği hakkında bilgi verilip, hemodiyaliz ve periton diyaliz kavramlarından söz edilmiştir. Ayrıca son dönem böbrek yetmezliği tedavisinin Türkiye bazındaki istatistikleri hakkında bilgi verilmiştir. Dördüncü bölümde hemodiyaliz cihazının bileşenlerinden bahsedilmiş ve arter-ven setleri tanıtılmıştır. Bölüm beş, kullanılan yöntemle ilişkin bilgiler ve nütrosifik regresyon metodu tanımını içermektedir. Tezin altıncı bölümünde nütrosifik

regresyon yönteminin arter-ven setlerinin verileri üzerinde uygulamaları ve sonuçları yer almaktadır. Bölüm yedide elde edilen sonuçlar tartışılmış ve literatüre katkıları belirtilmiştir.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Literatür taraması böbrek yetmezliği, diyaliz ve nütrosolik kümeler, bulanık regresyon olmak üzere iki ana başlık altında gerçekleştirilmiştir.

Birinci bölümde böbrek yetmezliği ve diyaliz konularındaki çalışmalar yer almaktadır. Himmelfarb ve İkizler 2010'daki çalışmalarında, hemodiyalizi ve tarihsel gelişimini ortaya koymakla birlikte, bu konudaki çalışmaların incelenmesi ve değerlendirilmesine yönelik bir pencere açmışlardır [6]. Kim 2017'deki çalışmasında, hemodiyaliz prosedürü ve reçetesi adlı çalışmasında hemodiyaliz prosedürünü açıklamakta ve periton diyalizi ile karşılaştırma yapılmaktadır [7]. 2017'de yapılan başka bir çalışma, her iki modaliteye uygun hastalarda hemodiyaliz ve periton diyalizi arasındaki hasta sağ kalımının karşılaştırılmasına yönelik yapılmıştır. Bu çalışmaya göre, her iki modalite için de uygun görülen kişilerde hastaların sağ kalma durumlarında belirgin bir farklılığın olmadığı görülmüştür [8]. Türk Nefroloji Derneği (TND) kayıt sisteminde hemodiyaliz, periton diyalizi ve transplantasyon ile ilgili veriler toplanmaktadır. Kayıt sistemi verileri bir kitapçık şeklinde basılmaktadır. Bu özet raporda, özellikle 2019 yılına ait kayıt sistemi verilerinin yanı sıra yıllar içinde böbrek yetmezliği tedavisinde yaşanan değişiklikleri yansıtan veriler de sunulmuştur. Bu verilere göre, son dönem böbrek hastalığının ülkemiz için son derece önemli bir halk sağlığı sorunu olduğunu ve sıklığının giderek arttığını vurgulamışlardır. Çalışmada renal replasman tedavisi gerektiren böbrek yetmezliği hastaları ile ilgili güncel verilerin sağlanması ve yıllar içinde yaşanan değişimlerin değerlendirilmesini yapılmıştır [9]. Davenport'un 2017'deki çalışmasında, yeni diyaliz teknolojileri ve diyaliz için biyouyumlu malzemelerin etkisi incelenmiştir. Aktif karbon teknolojisini kullanan cihazları geliştirme ve standart diyalizere tutunma kapasitesini artırmak için karbonlar veya diğer biyomateryaller ekleyerek kompozit diyalizatör membranlarının geliştirilmesine yol açacağını belirtmiştir [10]. Kousoula G. et al. 2015 yılında, hemodiyaliz hastalarında yaşam kalitesini keşfetmek için diyaliz merkezinde bir günlük hemodiyalize giren 320 hastadan oluşan bir çalışma sunmuşlardır. Veriler, sosyodemografik ve klinik değişkenlerin yanı sıra, yaşam kalitesini değerlendirmek için Missoula-VITAS Yaşam Kalitesi İndeksi ölçeğini de içeren özel olarak tasarlanmış bir anketin doldurulmasıyla oluşturulmuştur. Sonuçlar büyük ölçüde çoklu doğrusal regresyon

ile doğrulanmıştır. Ayrıca sosyodemografik ve klinik özelliklerin, hemodiyaliz hastalarında yaşam kalitesini etkilediği ortaya konulmuştur [11].

İkinci bölümde nütrosifik kümeler ve bulanık regresyon ile ilgili bilimsel yazın taraması yer almaktadır. Tanaka et al. 1982 yılında, bulanık bir modelle ilk doğrusal regresyon analizini önermişlerdir. Bu yöntemle göre regresyon katsayıları, üyelik değerleri ile aralık sayıları olarak ifade edilebilen bulanık sayılardır ve regresyon katsayıları bulanık sayılar olduğundan, tahmin edilen bağımlı değişken aynı zamanda bulanık bir sayıdır [12]. Bulanık regresyon analizine yönelik çeşitli yaklaşımları ele alan makalelerin bir derlemesi Kacprzyk ve Fedrizzi'in 1992 yılındaki çalışmalarında bulunmaktadır [13]. Smarandache , kitabında nütrosifik istatistikleri, nütrosifik regresyon, nütrosifik korelasyon, nütrosifik aritmetiksel işlemler gibi kavram ve metotları tanımlamıştır [5,14,15]. Aslam ve AL-Marshadi 2018 yılında çalışmalarında yeni bir örnekleme planını nütrosifik regresyon tahmin edicisi kullanılarak tasarlanmıştır. Önerilen tasarımın sonuçları gerçek endüstriyel veriler kullanılarak açıklanmıştır ve önerilen örnekleme planının, parametrelerin seçimi konusunda belirsizlik olduğunda endüstrilerde uygulanabilir olduğu ortaya konulmuştur. Abdel-Basset, Chang, Mohamed ve Smarandache 2019 yılında yapılan çalışmada, nütrosifik zamana dayalı bir nütrosifik tahmin yaklaşımı sunmuştur. Bu araştırmaya göre doğruluk, belirsizlik ve yanlışlık işlevleri ve buna bağlı veriler nütrosifik zaman serisi verilerine dönüştürülebilir. Çalışmada nütrosifik mantıksal ilişki grupları belirlenmiş ve nütrosifik zaman serileri için bir denütrosifikasyon yöntemi sunulmuştur. Sonuç olarak gelecekte, doğruluğu iyileştirmek için meta-sezgisel optimizasyon tekniklerinin uygulanabileceğini belirtmişlerdir. Bu çalışmada önerilen nütrosifik regresyon, belirsizlik ortamında uygulanabilir ve klasik regresyonun uzantısıdır. Bu modelin, talep gibi diğer zaman serilerini tahmin etmek için uygulanabilir olduğunu ortaya koymuşlardır. Ayrıca bu yöntemin elektrik, su tüketimi, vb. gibi alanlarda da kullanılabileceğini savunmuşlardır [16]. Al-Omeri ve Jafari 2017 yılındaki çalışmalarında, genelleştirilmiş nütrosifik önceden kapatılmış kümeler ve nütrosifik topolojik uzaylarda genelleştirilmiş nütrosifik ön açık kümeler kavramını ele almışlardır [17]. Khan ise at al. 2018 yılında, Birnbaum-Saunders kusurlu öğeler ve bulanık bir ortamda, kabul olasılıklarının dağılım fonksiyonu üzerine çalışmışlardır. Bu çalışmanın yeniliği, Birnbaum-Saunders dağılımının olasılık dağılım fonksiyonunu hatalı maddelerin bir oranı olarak kullanmak ve bulanık bir ortamda kabul olasılığını bulmaktır [18]. Yine aynı yıl Bakbak et al., nütrosifik yumuşak uzman multiset kavramını oluşturmadan önce, temel nütrosifik küme, nütrosifik yumuşak küme, yumuşak uzman kümeleri, nütrosifik yumuşak uzman kümeleri kavramlarını incelemişlerdir ve

nötrosofik kümelerle çok kriterli karar verme uygulamaları sunmuşlardır [19]. Sahin et al. 2017 yılındaki çalışmalarında, tek değerli nötrosofik sayılar arasındaki merkez noktalarına dayalı bazı dönüşümler önerilmektedir. Bu dönüşümleri, tek değerli nötrosofik sayıların doğruluk, belirsizlik ve yanlışlık değerine göre tanımlanmıştır. Tek değerli nötrosofik kümeler arasındaki yanlışlık değerine dayalı yeni bir benzerlik ölçüsü önerilmiştir [20]. Gelişmekte olan endüstrinin temel hedefini organize etmemizi sağlayan günlük yaşam meselesi üzerine bir başka karar verme çalışması Alhazaymeh et al. (2019), tarafından yapılmıştır ve çalışmada çoklu nitelikli karar verme yöntemi kullanılarak önceliklendirmede uygulanan nötrosofik kübik einstein hibrit geometrik toplama operatörleri ele alınmıştır [21]. 2019 yılında Kandasamy ve Smarandache nötrosofik halkalarda yarı etkisizler ile ilgili çalışmışlardır ve bunlara ait özellikleri örneklerle açıklamışlardır [22]. Bu çalışmanın devamı, olan aynı yazarların diğer çalışmaları aynı yıl nötrosofik halkalarda nötrosofik üçlüler üzerine olmuştur [23]. Değişken bir örnekleme planında uygulanan nötrosofik istatistiklerle ilgili bir çalışma 2020 yılında, Aslam ve Albassam tarafından nötronofik istatistikler altında mevcut en az anlamlı fark testi, Bonferroni Testi ve Scheffe Testini değiştirerek yapılmıştır. Nötronofik istatistiksel aralık yöntemi altında bazı temel testleri değiştirerek sunmuş gerçek veriler yardımıyla açıklamışlardır. Performanslarını, belirsizlik ortamında mevcut testlerle karşılaştırmışlardır. Önerilen post hoc testler, klasik istatistiklere göre esnek ve bilgilendiricidir sonucuna ulaşmıştır [24]. Kandasamy et al. 2019 yılında, literatürde ilk kez nötrosofik dördü vektör uzayları ve nötrosofik dördü doğrusal cebir kavramını tanıtmaktadır [25]. Ürün ömrünün Weibull dağılımına sahip olduğu varsayımı altındaki nötrosofik istatistikler, 2019 yılında Aslam et al. tarafından çalışılmıştır [26]. Yine aynı yıl AL-Marshadi et al., belirsizlik ortamında verileri izlemek için nötrosofik üstel ağırlıklı hareketli ortalama kullanmaya yönelik yeni bir X-bar kontrol grafiği önermişlerdir [27]. Modern portföy teorisine alternatif olarak, nötrosofik üçgen bulanık sayıların kullanımıyla belirlenen yenilikçi bir yaklaşım öneren Bolos et al. 2019 yılında, nötrosofik portföy kuramı üzerine çalışmışlardır. Bu bağlamda, makalenin yenilikçi karakteri, finansal piyasalardaki kararları doğrulamak için nötrosofik üçgen bulanık sayıların kullanılmasıdır [28]. 2017 yılında ise Christianto ve Smarandache Hubble diyagramını analiz etmek için nötrosofik regresyon kullanarak bazı ön bilgiler sunmuşlardır. Bu çalışmada, nötrosofik regresyona, model hatası ve belirsizliği dahil ederek doğrusal olmayan en küçük kareler yöntemlerinin geliştirilmesinde yeni bir bakış açısı sunabileceği belirtiliyor [29].

3. DİYALİZ

Böbrek yetmezliği, böbrek işlevini yerine getiremediği veya yetersiz kaldığı zaman meydana gelir. Böbrek nakli olmayan durumlarda, böbrek fonksiyonunu desteklemek amaçlı hastaya diyaliz tedavisi uygulanması gerekir. Bu tedavi, hastadan uzaklaştırılması gereken zararlı moleküllerin yarı geçirgen bir membran boyunca difüzyonu sayesinde gerçekleşir [1]. Çözünen madde konsantrasyonu ve molekül ağırlığı difüzyon oranlarının birincil belirleyicisidir. Üre gibi küçük moleküller hızla yayılırken, fosfat, β 2-mikroglobulin ve albümin gibi bölümlere ayrılmış ve daha büyük moleküller ve p-kresol gibi proteine bağlı çözünenler çok daha yavaş yayılır. Difüzyona ek olarak, çözünenler, hidrostatik veya ozmotik basınç gradyanları tarafından yönlendirilen bir işlem vasıtasıyla membrandaki gözeneklerden geçebilir bu işleme ultrafiltrasyon adı verilir [30].

Son dönem böbrek yetmezliği, böbreklerin işlevini yerine getirememesi durumunun ilerlemesi durumunda oluşur. İlerleyici böbrek yetmezliğinde, glomerüler filtrasyon hızı 15 ml / dakikanın altına düşer. Böylece kandaki ph dengesini bozduğu gibi vücuda zararlı ve normal şartlarda vücuttan uzaklaştırılması gereken metabolik yan ürünlerin (üre, keratin gibi) vücutta birikmesine neden olur. Bu durum ölüme kadar giden ciddi komplikasyonlar oluşturur. Bu ciddi komplikasyonlardan kaçınmak için, renal replasman tedavisi (RRT) olarak adlandırılan hemodiyaliz, periton diyalizi veya böbrek nakli gibi tedaviler uygulanır [2]. Homeostazı korumak ve bu hastaların yaşam kalitesini iyileştirmek için diyaliz sıklığı veya diyalize başlama zamanı, anahtar faktör olmaya devam etmektedir. Kreatinin, üre ve potasyum gibi metabolik yan ürünlerin, serum düzeylerinin sürekli izlenmesi gerekmektedir [31].

Böbrek yetmezliği akut böbrek yetmezliği ve kronik böbrek yetmezliği olarak ikiye ayrılır. Akut böbrek yetmezliği (ABY) insanlar için küresel bir sağlık sorunudur. ABY, yılda yaklaşık 13,3 milyon hastayı etkilemektedir. Akut böbrek yetmezliği ile ölüm oranları arasındaki ilişki şuan için hala netleşmemiştir. Fakat morbidite oranı yüksektir ve yılda yaklaşık 1,7 milyon akut böbrek yetmezliği olan hastanın öldüğü bilinmektedir [32].

Hayatta kalan hastalar arasında, son dönem böbrek yetmezliği veya önceden var olan kronik böbrek yetmezliği alevlenip ilerlemeye devam edebilir ve akut böbrek yetmezliğinin uzun vadeli bir sonucu olarak kronik böbrek yetmezliği oluşabilir [33,34]. Böylece daha önce iyileştiği düşünülen hastalarda iyi huylu bir seyir izlediği düşünülen

akut böbrek yetmezliği kötü bir yaşam kalitesine ve yüksek maliyetli, uzun vadeli bir hastalığa dönüşebilir [33,35].

Hastaların hayatta kalması, morbiditesi ve yaşam kalitesi, hemodiyaliz tedavisi, muhtemelen tedavinin kendisiyle ilişkili akut ve uzun süreli komplikasyonlardan hala ciddi şekilde etkilenmektedir. Bu nedenle, diyaliz hastalarının genel tıbbi bakımının ve her şeyden önce diyaliz tedavisinin kendisinin kalitesinin artırılması büyük önem taşımaktadır.

İki ana diyaliz yöntemi hemodiyaliz ve periton diyalizi'dir [36].

3.1. Hemodiyaliz

Hemodiyaliz (HD), hücre içi ve hücre dışı sıvı ortamını dengelemek için gerçekleştirilen bir yöntemdir. Bu işlemde hastanın kanından üre gibi atık maddeler steril su çözeltisi olan diyalizata geçer ve sodyum, klor, bikarbonat gibi maddeler ise hastanın kanına geçer [1]. HD sırasında kanı filtreleme görevini üstlenen yapay böbrek de denilen diyalizörler kullanılır. Diyalizördeki yarı geçirgen zar, kanı diyalizör içindeki diyalizattan ayırır ve diyalizat ile kan akımı arasında difüzyon ve osmoz alışverişinin yapılmasına izin verir. Membrandaki bu değişimler, üre ve kreatinin gibi çözünenler de dahil olmak üzere atık ürünlerin kandan atılmasıyla sonuçlanır. Bu değişimler kandaki sodyum, klor ve su gibi diğer maddelerin seviyelerini de düzenler. Bu şekilde, diyaliz makinesi kanı temizlemek için yapay bir böbrek görevi görür [36].

HD prosedürünün etkinliği önemli ölçüde transmembran basıncına (membranın bir tarafındaki kan ile diğer taraftaki diyalizat veya filtrat bölmesi arasındaki basınç farkı) bağlıdır, bu da kan tarafındaki akış direncinden etkilenir. Hemodiyalizde, kanın kan hattı ve diyalizörden hastaya geri dönmesini sağlayan diyaliz makinesinin pompasının dönüş hızına yanıt veren kan akış hızına göre değişir. Hemodiyaliz prosedürü üç ana bileşen gerektirir: bir diyalizör, diyalizerin hastaya bağlanması için kan setleri (arter-ven setleri) ve kan akışını kontrol etmek için bir diyaliz makinesi [37].

Hemodiyaliz hastaları, diyaliz sırasında düzenli olarak haftada 300-400 litre hemodiyaliz sıvılarına maruz kalmaktadır. Diyalizat ile hastanın kanı arasındaki temasın doğası nedeniyle konsantre diyalizat sıvısını seyreltmek için kullanılan suyun kalitesi önemlidir. Son aşama böbrek yetmezliği hastası, hastanın kanının diyalizata maruz kaldığı hemodiyaliz sürecine yol açan karmaşık bir zincirin son halkasıdır. Hemodiyaliz sisteminde, şehir suyunun su arıtma sistemi ile steril hale getirilir ve yapay böbrek yoluyla diyalizata verilmesi ile bir hidrolik devrenin bitiş noktası olarak görülebilir. Diyalizin ilk

günlerinden itibaren, suyun kontaminasyonundan kaynaklanan klinik yan etkileri önlemek için hemodiyaliz için kullanılan suyun saflaştırılması gerektiği bilinmektedir [38, 39].

3.2. Periton Diyalizi

Periton diyalizi (PD) hemodiyalizden farklı olarak, peritoneal kılcal damar kanı ile periton boşluğundaki peritoneal membrana periyodik olarak periton diyalizi çözeltisi veya diyalizat olarak adlandırılan steril sulu çözeltinin verilmesi ile gerçekleşir. Hastanın peritonunun membranöz astarı, çözelti ve kan akımı arasında difüzyon ve osmoz değişimlerinin gerçekleşmesine izin veren doğal bir yarı geçirgen zar görevi görür. Ne peritoneal kan akışı ne de membranın vaskülaritesi manipüle edilemediğinden, maksimum çözünürlüğe ulaşmak için ayarlanabilen tek faktör sıvının uzaklaştırılması ve diyaliz çözeltilerinin akış hızıdır.

Birçok periton diyalizi makinesi, diyalizati hastanın periton boşluğuna otomatik olarak aşlamak, oturtmak ve boşaltmak için tasarlanmıştır. Tedavi tipik olarak, kullanılmış diyalizatın periton boşluğunu boşaltmak için genellikle bir başlangıç drenaj döngüsü ile başlayarak birkaç saat sürer. Daha sonra bir dizi, birbiri ardına gelen dolgu, bekleme ve boşaltma aşamaları art arda ilerler [36].

3.3. Diyaliz İstatistikleri

Türk Nefroloji Derneği yirmi dokuz yıldır Türkiye'nin nefrolojik kayıtlarını Ulusal Kayıt ve İstatistik faaliyetleri kapsamında tutup istatistiklerini çıkartmaktadır. Yıl içerisinde tuttukları verileri yıl sonunda raporlayıp yayınlamaktadır. Bu raporlama ve istatistikler hem rapor yılının istatistiklerini hem de geçmiş yıllara yönelik istatistikleri yansıtır. Bu yayınlara göre cinsiyet, yaş, tedavi çeşidi (böbrek nakli, hemodiyaliz, periton diyalizi), tedavinin uygulandığı sağlık birimi gibi ayrımları olan RRT başlayan ve tedavisi devam eden hastalar için toplanan verilerin raporlamaları ve istatistikleri yapılır. Bu veriler yıl içerisinde nefrolojik hastalığı olan vatandaşlarımız hakkındaki verilerin değişimini artış veya azalışını görmemize yardımcı olur [9].

Güncel verilere ve son raporlara bakıldığında her yıl RRT gören hasta sayısı artmaktadır. RRT gören hastaların en büyük oranını hemodiyaliz gören hastalar oluşturmaktadır. HD, ülkemizde en sık uygulanan RRT yöntemidir. Hastaların yaklaşık % 88'ine haftada 3 seans diyaliz tedavisi uygulanmaktadır.

Ülkemizde PD kullanım oranını ise giderek azalmaktadır. Periton diyalizi oranındaki azalmanın birden çok faktöre bağlı olduğu düşünülmektedir. Tedaviden ayrılma oranının

yüksek olması (ölüm veya modalite değişimi), böbrek nakli, diyalizin yetersizliği, periton diyalizinde oluşan enfeksiyonlar, ultrafiltrasyon (UF), mekanik sorunlar insanların hemodiyalize geçmesindeki önemli etkenler olarak görölmektedir. Ayrıca PD hastalarının, HD hastalarına göre daha genç olduğu dikkati çekmektedir [9].

4. HEMODİYALİZ CİHAZI BİLEŞENLERİ

HD makinesi, diyalizatin yanı sıra hastanın kanını bir diyalizörden pompalar. Kan ve diyalizat, fizik kanunlarına göre çözünen madde ve su transferine izin veren yarı geçirgen bir zar ile birbirinden ayrılır. Ancak pratikte bu prosedür biraz daha karmaşıktır. Hemodiyaliz makinelerinin işletim sistemi, güvenli bir çalışmayı sağlamak için karmaşık bir dizi dedektör, denetleyici, monitör ve güvenlik cihazını temsil eder. Bu entegre sistem, operatöre kanı ve diyalizat devrelerini kontrol etmenin yanı sıra UF hızı, yeterlilik, diyalizat bileşimi ve devre basınçları gibi önemli değişkenleri izleme yeteneği sağlar. Hemodiyaliz süreci genellikle iki ana bölüme ayrılır. Bunlar kan devresi ve diyalizat devresidir [4].

4.1. Diyalizat Devresi

Günümüz makinelerinde, harcanan diyalizatı, diyalizörden geçtikten sonra atan tek geçişli sistemler kullanılmaktadır. Güvenli diyalizatin sağlanması, sıcaklığının, konsantrasyonunun, akışının, basıncının ve ayrıca uygun dezenfeksiyon ve temizliğinin dikkatli bir şekilde düzenlenmesi ile gerçekleşir.

Bu devrenin temel bileşenleri / süreçleri şunları içerir:

- Isıtma;
- Hava giderme;
- Oranlama;
- İzleme;
- Dezenfeksiyon;

Diyalizatin Isıtılması : Çoğu makinede, ısıtma, gelen suyun sıcaklığını vücut sıcaklığına yükseltir ve soğuk suyu gazdan arındırır. Aynı zamanda, diyalizat konsantresi ile karıştırmayı da geliştirir. Isıtma elemanlarının paslanmaz yapılması gerekir. Bu fonksiyon, diyalizat sıcaklık kontrol monitörü tarafından aşağı akışta izlenir.

Diyalizat Hava Tahliyesi : Hava tahliye (gazdan arındırma), diyalizat solüsyonunun suyunda çözünen havanın neden olduğu olası sorunları önler.

Diyalizat Oranlama : Diyalizat oranlama, belirli fizyolojik sınırlar dahilinde doğru oran, sıcaklık ve iletkenlikte bir diyalizat hazırlamak için ısıtılmış ve işlenmiş suyun bir veya daha fazla diyalizat konsantresi ile uygun şekilde karıştırılmasını sağlar.

Diyalizat Devresinin İzlenmesi : Diyalizat devresinde 3 faktör izlenir. Diyalizatın pH değeri izlenir. Sıcaklık monitörü ile diyalizörün yakınındaki diyalizat sıcaklığı izlenir. İletkenlik monitörleri ile diyalizatın iyonik bileşenlere iletkenliği belirlenir.

Diyalizat Dezenfeksiyonu Ve Durulama : Diyalizat devresinin tüm parçaları dezenfektana maruz bırakılmalıdır. Dezenfeksiyon için yeterli zaman, yeteri kadar bakteriyi öldürmeyi sağlar [4].

4.2. Kan Devresi

Hemodiyaliz sırasında, tek kullanımlık üretilen arter-ven setlerinin de hastaya bağlanmasıyla hastanın kanı diyalizöre ve hemodiyaliz cihazına gider, daha sonrasında temizlenen kan tekrar hastaya verilir. Cihaz dışında meydana gelen bu devreye kan devresi denilir. Arter-ven setleri bu kan devresi bileşenleri üzerinden hasta ve HD cihazı arasındaki bağlantıyı gerçekleştirir.

Kan Devresi Bileşenleri;

- Basınç monitörleri
- Arter-Ven Setleri;
- Kan pompası;
- Heparin pompası;
- Hava kaçağı detektörü;

Arteriyel Basınç Monitörü : Bu bileşen, kan erişimi ile kan pompası arasındaki basıncı izler. Basınç, kan erişimi ve kan pompası arasında negatiftir. Ancak kan pompası sonrası yüksek bir pozitif aralık elde edilir. Basınç dönüştürücü, sinyali güçlendirilir ve bir elektrik sinyaline dönüştürür. Kan devresinin bu bölümündeki normal basınç okuması negatiftir. Negatif basınç, bu segmenti kan dolaşımına hava girişine eğilimli hale getirir. Daha küçük delikli daha uzun iğneler, bu segmentteki negatif basınç okumalarını artırır. Benzer şekilde, özellikle daha yüksek kan akışlarında, daha küçük iç çaplı deliklere sahip daha uzun kateterler kullanıldığında, negatif basınç artışı görülebilir.

Venöz Basınç Monitörü : Venöz basınç, venöz damlama haznesi ile venöz iğne arasında herhangi bir yerdeki direnç nedeniyle oluşabilir. Venöz basınç monitörleri normalde pozitif basınçları okur.

Kan tüpü : Kan tüpü biyolojik olarak uyumlu ve toksik olmayan malzemenle yapılmıştır. Pompa bölümündeki kan tüpü, kanın pıhtılaşmasını en aza indirmek için silikon ile işlenir. Yüksek maliyeti nedeniyle, tek kullanımlık sistemlerde silikon uygulanmış kan tüplerinin kullanımı nadirdir.

Kan pompası : Kan devreye, 200 ila 600 mL / dakika hızında peristaltik etki ile pompalanır. Pompanın genellikle iki silindiri vardır. Silindir dönüşü arter setindeki boruyu sıkıştırır, böylece kanı boru boyunca zorlar. Kan pompası, kan hortumunun yetersiz / aşırı tıkanmasını önlemek için yaylıdır. Tüpün iç çapına bağlı olarak kan akış hızını ölçmek için kalibre edilmiştir.

Heparin pompası : Heparin pompası genellikle bir şırınga pompasıdır, ancak bir makaralı pompa da kullanılabilir. Heparin, kan devresinin pozitif basınç kısmına aşağı doğru infüze edilir.

Hava kaçağı dedektörü : Hava kaçağı detektörü, bir HD makinenin en önemli özelliklerinden biridir. Venöz kan hattına distal olarak yerleştirilir ve hava embolisini izler ve önler [4].

4.3. Arter-Ven Setleri

Hemodiyaliz sırasında kullanılan arter-ven setleri, tek bir kullanımdan sonra atılır. Arter-ven setleri sayesinde hastanın kanı diyalizöre gider, daha sonrasında temizlenen kan tekrar hastaya verilir ve cihaz dışında bir kan devresi meydana gelir. Arter- ven setleri cihaz ile hasta arasındaki bağlantıyı gerçekleştirir. Bu tezde arter-ven setlerinin bileşenleri üzerinde bir çalışma gerçekleştirilmiştir.

Arter-Ven Setlerini üretirken aşağıdaki bileşenler kullanılır;

- Hasta bağlantıları
- Arter veya Ven İzolatörü
- Heparin Hattı
- Enjeksiyon Portu
- Ven Kan Haznesi
- Klempler

Hasta Bağlantıları: Fistül iğneleri ile hastanın damar yoluna girişi yapılır. Hasta bağlantı ekipmanları sayesinde hasta bağlantısını gerçekleştirilir.

Arter Veya Ven İzolatörü: Arteriyel basınç monitörü ve venöz basınç monitörünün kan akışı sırasındaki basınç izlenir. Arter-ven setinde, hemodiyaliz cihazında bulunan arteriyel basınç monitörüne arter izolator ekipmanı ve venöz basınç monitörüne ven izolator ekipmanı takılarak bu işlem gerçekleştirilir. Bu sayede kan hattının cihaz ile olan bağlantısı gerçekleştirilir.

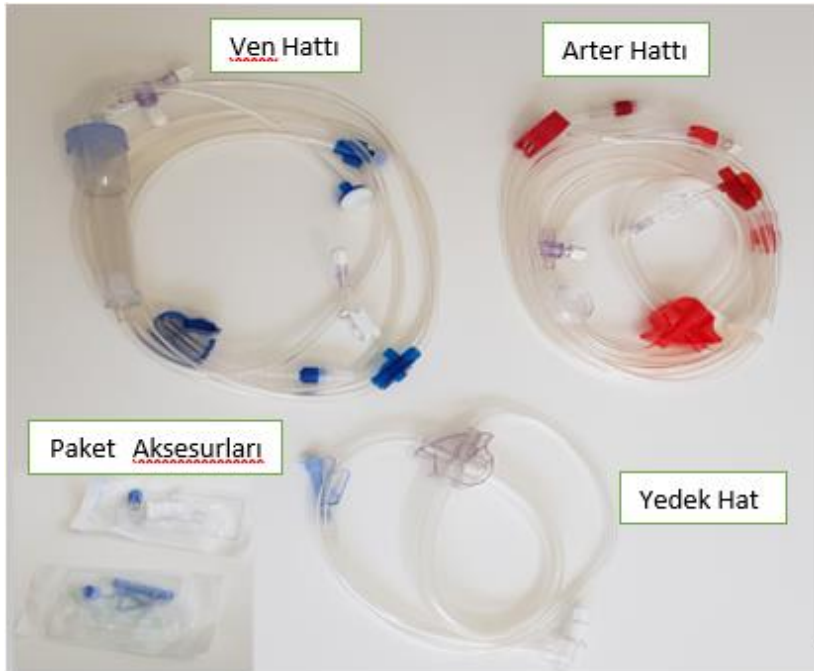
Heparin Hattı: Arter setlerinde , heparin pompasına bağlanan hatta heparin hattı denir. Cihaz sayesinde ayarlanan doz, hız ve zamanda kanın pıhtılaşmasını önleyecek heparin maddesi bu hat üzerinden arter-ven setine dolayısıyla hastaya verilir.

Enjeksiyon Portu: Arter-ven setinde bulunan ve hastaya gerekli zamanlarda ilaç enjekte etmek için kullanılan ekipmandır.

Ven Kan Haznesi: Ven setlerinde bulunan ven kan haznesi hemodiyaliz cihazına takılır. Bu ekipman sayesinde, kanın hattaki akışının kontrolü sağlanır ve kanın serbest düşüşü engellenir. Aynı zamanda içindeki filtre sayesinde, arter-ven setinde bulunması olası partiküllerin hastaya geri dönüşü engellenir. Hemodiyaliz cihazı ile olan bağlantısı sayesinde hava kabarcıklarının kontrolü de sağlanmış olur.

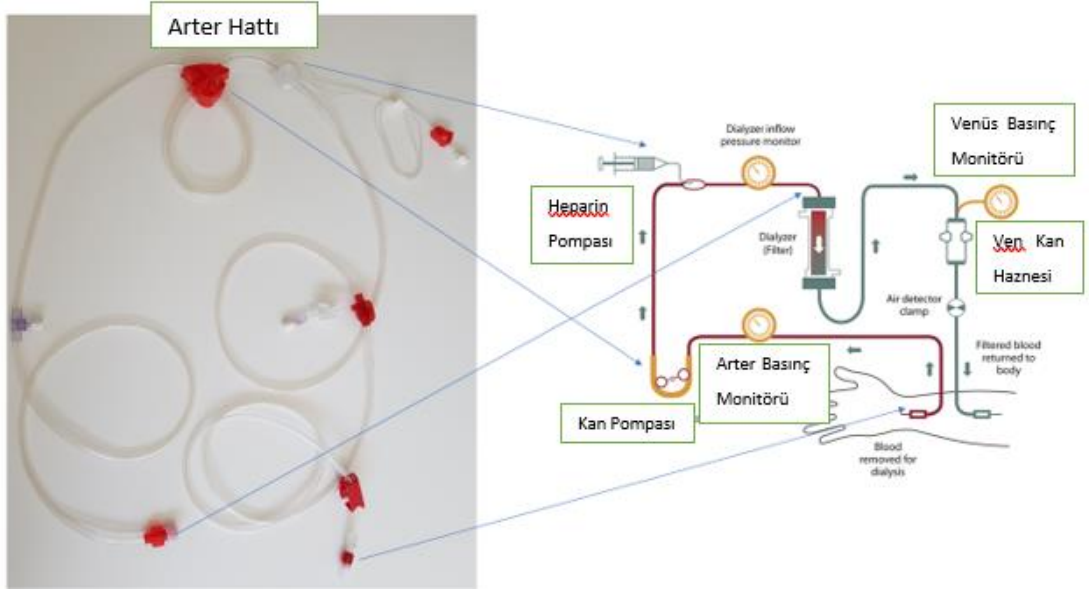
Klempler: Arter-ven setinde bulunan ve gerekli zamanlarda setteki kan akışının durdurulması için kullanılan ekipmanlardır. 800 mm/Hg'ye kadar olan basınçlara dayanabilmelidir. Devre kesilirse veya elektrik gücü kesilirse otomatik olarak kapanmalıdır [4].

Örnek bir arter-ven setinin görseli Şekil 4.1’de verilmiştir. Paket içeriğinde bir adet arter hattı, bir adet ven hattı, paket aksesurları, yedek hat yer almaktadır.



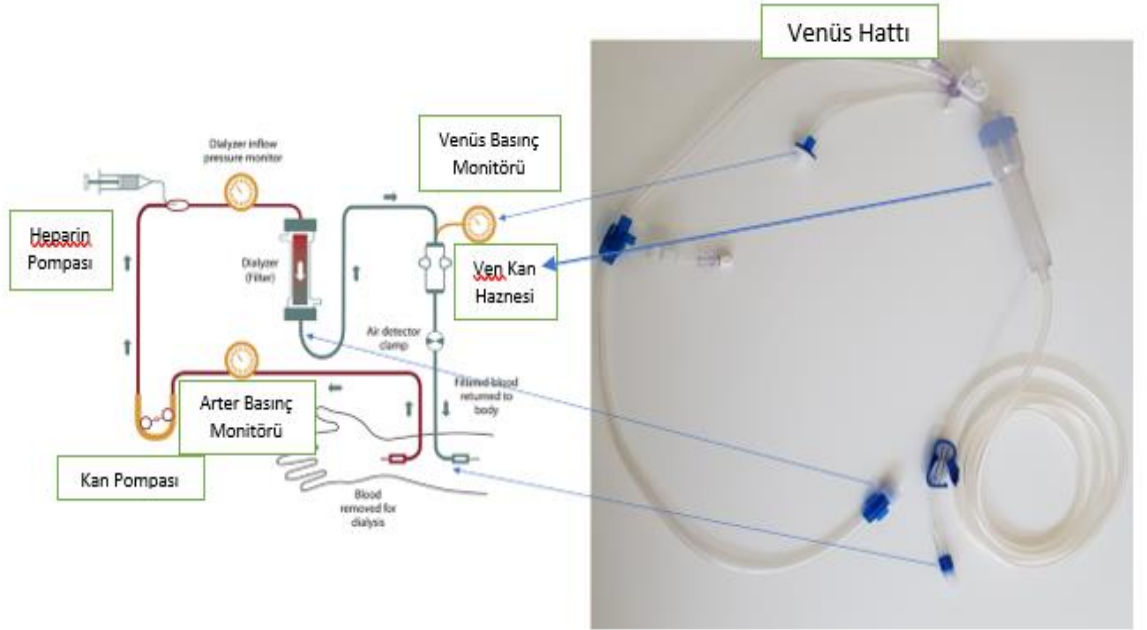
Şekil 4. 1. Arter Ven Seti

Arter setinin ve alt ürünlerinin, hemodiyaliz cihazına ve hastaya bağlantı noktaları şematik olarak Şekil 4.2 ile gösterilmiştir.



Şekil 4. 2. Arter Seti

Ven setinin ve bileşenlerinin bir görseli Şekil 4.3 ile verilmiştir. Ayrıca setin hemodiyaliz cihazına ve hastaya bağlantı noktaları şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 4. 3. Ven Seti

5. YÖNTEM

5.1. Bağımlı ve Bağımsız Değişkenler

Bilimsel araştırmalarda, genellikle bir değişkenin diğerine olan etkisi incelenmek istenir. Bunu incelemek için bağımlı ve bağımsız değişkenlerden yararlanır. Bir neden-sonuç ilişkisi çalışmasındaki değişkenler, bağımsız ve bağımlı değişkenler olarak adlandırılır. Bağımsız değişken nedendir. Değeri, çalışmadaki diğer değişkenlerden bağımsızdır. Bağımlı değişken, etkidir. Değeri, bağımsız değişkendeki değişikliklere bağlıdır. Bağımsız değişken genellikle sonucun nasıl farklılaştığını görmek için farklı seviyelerde uygulanır. Bağımsız değişkenin bir etkisi olup olmadığını anlamak için sadece iki seviye uygulanabilir. Bağımsız değişkenin bağımlı değişkeni nasıl etkilediğini bulmak için birden fazla seviye uygulanabilir. Deneysel bir ortamın dışında, genellikle bağımsız değişken doğrudan işlenmez veya değiştirilmez. Bunun yerine, bağımsız değişkenin halihazırda var olan örneklerini bulup bu değişkendeki değişikliklerin bağımlı değişkeni nasıl etkilediğine bakılmalıdır [40].

5.2. Regresyon Analizi

Regresyon analizi, değişkenler arasındaki ilişkilerin araştırılması için istatistiksel bir araçtır. Genellikle, bir değişkenin diğeri üzerindeki nedensel etkiyi tespit etmeye çalışır. İlgili temel değişkenlere ilişkin veriler bir araya getirilir ve nedensel değişkenlerin etkiledikleri değişken üzerindeki nicel etkisini tahmin etmek için regresyon kullanır. Ayrıca tipik olarak tahmin edilen ilişkilerin "istatistiksel önemini", yani gerçek ilişkinin tahmin edilen ilişkiye yakın olduğuna dair güven derecesi değerlendirilir [41].

Modern ölçüm teknikleri, araştırmacıların daha kısa sürede daha fazla veri toplamasına olanak tanır. Bununla birlikte, birçok durumda, ister deneysel verileri tanımladığı düşünülen nicel bir modelin (teori veya hipotez) doğrulanması, diğer verilerle niceliksel verilerin karşılaştırılması, daha iyi görselleştirme veya basitçe veri azaltma olsun, birincil veya ham verilerin daha fazla analiz edilmesi gerekir. Bu amaçla, bir ölçüm veya bir dizi ölçüm sırasında toplanan çok sayıda bilgi, birkaç karakteristik parametreye indirgenmelidir. Bu, iki veya daha fazla değişken arasında belirli bir ilişki varsayarak

deneysel verileri en iyi tanımlayan parametre değerleri kümesini bulmak için istatistiksel bir araç olan regresyon analizi ile yapılabilir [29,42].

Regresyon analizinin bir çok çözüm yolu vardır ve temelde ikiye ayrılabilir.

5.2.1. Basit Regresyon

Tek bir Bağımsız değişkenle yapılan analiz "basit regresyon" olarak adlandırılır. Doğrusallık varsayımı, regresyon çalışmalarında yaygındır. Regresyon modeli tek bir bağımsız değişken ele alınarak doğrusal olarak kurulduğunda basit doğrusal regresyon olarak adlandırılır. Basit doğrusal regresyon için kurulan model (5.1) ile verilmiştir.

$$Y = \alpha + \beta X + \varepsilon , \quad (5.1)$$

α = sabit katsayı;

β = eğim;

ε = hata terimi

burada Y değişkeni, "bağımlı" veya "endojen" değişken olarak adlandırılır; X, "bağımsız", "açıklayıcı" veya "dışsal" değişken olarak adlandırılır.

Regresyon analizinin amacı, bu iki parametrenin bir tahminini, veri setinde yer alan bilgilere dayanarak ve görüleceği gibi, ε 'nin özellikleri hakkındaki bazı varsayımlara dayanarak üretmektir. Burada ε hata terimi rasgele ve bağımsız rassal değişkendir. Ayrıca hata terimi ortalaması 0 ve varyansı σ^2 olsan normal dağılıma sahiptir yani $\varepsilon \sim N(0, \sigma^2)$ dir [43].

Verilerin üzerine bindirilebilecek olası her satırla, farklı bir tahmini hatalar kümesi ortaya çıkacaktır. Daha sonra regresyon analizi, tahmin edilen hataların karelerinin toplamının minimumda olduğu diziyi seçerek olası tüm doğrular arasından seçim yapar. Bu, minimum kare hatalarının toplamı (minimum SSE) kriteri olarak adlandırılır. Bu kriter tarafından seçilen doğrunun kesişmesi, α 'nın tahminini sağlar [43].

5.2.2. Çoklu Regresyon

Çoklu regresyon, her birinin etkisinin tahmin edilebilmesi için ek faktörlerin ayrı ayrı analize girmesine izin veren bir tekniktir. Çeşitli eşzamanlı etkilerin tek bir bağımlı değişken üzerindeki etkisini ölçmek için değerlidir. Model (5.2.)'deki gibi formüle edilebilir:

$$Y = \alpha + \beta X_1 + \gamma X_2 + \varepsilon , \quad (5.2)$$

α = sabit bir miktar;

β ve γ = katsayı;

ε = hata terimi.

Çoklu regresyon analizi, hata kareleri toplamı (HKT) minimum olacak şekilde bir düzlem seçecektir. Buradaki hata, gerçek Y değeri ile tahmini düzlem arasındaki dikey uzaklıktır [43]. Çoklu regresyon analizi, n-uzayındaki bir "hiper düzlemin" denklemini tahmin edecektir, böylelikle hataların karesi en aza indirilmiş olur. Basit regresyon durumunda olduğu gibi, HKT kriteri hesaplama açısından oldukça uygundur. Yine sadece bağımlı ve bağımsız değişkenlerin gözlemlenen değerleri kullanılarak kolayca türetilebilir ve kolayca değerlendirilebilir [24].

5.3. Nötrosofi

"Nötrosofi" ve "Nötrosifik" kelimeleri 1998 kitabında F. Smarandache tarafından önerilmiştir. Etimolojik olarak, "neutro-sophy" (Latince nötr ve Yunanca sophia, beceri / bilgelik) tarafsız düşünce bilgisi anlamına gelir [44]. Nötrosofi, tarafsızlıkların kökenini, doğasını ve kapsamını ve farklı düşünce spektrumları ile etkileşimlerini inceleyen yeni bir felsefe dalıdır. Bulanık mantığı genelleştiren paradokslar, çelişkiler, antitezler ilgilenen çok değerli bir mantık olan nötrosifik mantığın temelidir.

Bu düşünme tarzının özellikleri:

- Yeni felsefi tezler, ilkeler, kanunlar, yöntemler, formüller, hareketler önerir.
- Dünyanın belirsizlikle dolu olduğunu ortaya çıkarır.
- Yorumlanamaz olanı yorumlar.
- Verilen bir referans sistemde doğru olan bir fikrin bir diğerinde yanlış olabileceğini veya bunun tersini gösterir.
- Kararsız sistemlerin kararlılığını ve kararlı sistemlerin kararsızlığını ölçer.

5.4. Nötrosifik Mantık

Nötrosifik teoremin tüm kıtalarda temsilcileri vardır ve bu nedenle evrensel bir teori olduğu söylenebilir. Nötrosifik teori, 1998 yılında Profesör Florentin Smarandache tarafından kuruldu [14]. Mevcut mantığa bir alternatif olan nötrosifik mantık; belirsizlik, tanımlanmamış, bilinmeyen, eksiklik, tutarsızlık, fazlalık, çelişki gibi matematiksel bir model temsil eder. Klasik olmayan bir mantıktır. İnsan sistemlerinin belirsizliği, insanın

dış dünyadan aldığı (gözlem) bilginin eksikliğinden kaynaklanmaktadır. Belirsizliğin kaynakları stokastisite (tipik ve tek bir değerin bulunmadığı içsel kusur durumu), eksik bilgi (bütünün cehaleti, karmaşıklığı nedeniyle bir sistem hakkında sınırlı görüş) veya edinim hataları özünde kusurlu gözlemler, ölçümlerdeki nicel hatalar olabilir. Olasılık (bazen nesnel olasılık olarak adlandırılır) şansın getirdiği rastgele tipin (stokastik) sürecin belirsizliği olarak açıklanabilir. Şansın belirsizliği, zamanla veya olayların meydana gelmesiyle açıklığa kavuşur. Dolayısıyla olasılık, olayların meydana gelme sıklığına bağlıdır. Bir başka belirsizlik biçimini oluşturan muğlaklık, kesinlik, açıklık ve eksikliğini sınırlayanların karakteridir. Belirli nesnelere için, bir kategorinin içinde veya dışında olmasından bahsetmek zordur. Aksine, kısmi veya kademeli bir üyelik ifade etmek mümkündür. Belirsizlik; tanımsız, bilinmeyen, tutarsızlık, fazlalık dereceleri anlamına gelir. Sezgi, herhangi bir biçimlendirmenin temelidir, çünkü varsayımlar ve aksiyomlar sezgiden türemiştir [45].

Nötrosifik Bilim, nötrosifik mantık / küme / ölçü / integral / olasılık gibi uygulamaları ve bunların geliştirilmesi anlamına gelir ve herhangi bir alandaki uygulamalarını temsil eder. Çözülmesi gereken probleme bağlı olarak çeşitli belirsizlik türleri olduğu için, nötrosifik ölçüyü ve dolayısıyla nötrosifik integral ve nötrosifik olasılığı birçok şekilde tanımlamak mümkündür. Belirsizlik rastgelelikten farklıdır. Belirsizlik, fiziksel malzemelerden ve yapı türünden, ortamda yer alan öğelerden veya diğer faktörlerden kaynaklanabilir [14].

Olasılık Teorisi, Bulanık Küme Teorisinin yakınındadır ancak bu iki teori arasındaki fark, füzyon operatörlerinin tanımlanma şeklidir. Nötrosifik olasılıklar ise, klasik ve bulanık olasılıkların bir genellemesidir ve bir dereceye kadar belirsizlik içeren olayları kapsar. Nötrosifik olasılıklar, belirsizliği ölçmek için klasik ve hatta bulanık olasılık teorisinden daha iyi bir yaklaşım sağlar. Nötrosifik olasılık teorisi, doğruluk değeri için bir alt küme yaklaşımı ve belirsizlik ve yanlışlık değerleri kullanır. Ayrıca, bu yaklaşım "göreceli gerçek olay" ve "mutlak gerçek olay" arasında bir ayrım yapar, göreceli gerçek olay sadece bazı olasılık alt uzaylarında doğru iken mutlak gerçek olay tüm olasılık alt uzaylarında doğrudur. Benzer şekilde, yalnızca bazı olasılık alt alanlarında yanlış olan olaylar "göreceli yanlış olaylar" olarak sınıflandırılırken, tüm olasılık alt alanlarında yanlış olan olaylar "mutlak yanlış olaylar" olarak sınıflandırılır. Yine bazı olasılık alt uzaylarında 'doğru' veya 'yanlış' olarak sınıflandırılması zor olabilecek olaylar, "göreceli belirsiz olaylar" olarak sınıflandırılırken, tüm olasılık alt uzayları üzerinde bu özelliği taşıyan olaylar "mutlak belirsiz olaylar" olarak tanımlanır [46].

Nötrosifik istatistikler 1996'dan beri tanımlanmış ve 1998 Nötrosofi kitabında yayınlanmış olsa da, Nötrosifik olasılıklar, küme ve mantık yaklaşımları, yaygın bir kullanıma uzun bir süre geçmemiştir. 2013'de "Nötrosifik Ölçüme Giriş, Nötrosifik İntegral ve Nötrosifik Olasılık" kitabından sonra bu yaklaşım tekrar geliştirip, kullanılmaya başlandı. Nötrosifik istatistik; ölçüm, olasılık ve istatistik, hesap öncesi ve hesap vb. ve bunların birden çok alandaki uygulamaları, iletişim, yönetim gibi çeşitli alanlarda genişletilmiş ve uygulanmıştır. Nötrosifik İstatistik, klasik istatistiğin bir uzantısıdır. Net değerler yerine belirsiz değerler ile ilgilenir. Klasik istatistik denklemlerinin ve formüllerinin çoğunda, birkaç sayıyı kümelerle değiştirir. Sonuç olarak, sayılarla işlemler yerine, kümelerle işlemler kullanılır. Normalde belirsiz olan (kesin olmayan ve hatta tamamen bilinmeyen) parametrelerin yerini alır. Gerçek hayatta istatistik karakteristikleri hesaplanamadığında veya tam değerler sağlanmadığında nötrosifik istatistiklere yönelmek ve yaklaşık hesaplar yapmak gerekebilir. Bu, klasik istatistikten, nötrosifik istatistiğe geçmenin bir yoludur, ancak belirsizlik türlerine bağlı olarak başka yollar da mümkün olabilir. Örneğin; Bir numunedeki değerlerden bir miktar belirsizlikle hesaplanan, herhangi bir miktar, nötrosifik bir istatistiktir. Ayrıca, nötrosifik istatistiklerde örneklem büyüklüğü tam olarak bilinmeyebilir. Bir nötrosifik istatistik rastgele bir değişkendir ve bu nedenle nötrosifik bir olasılık dağılımına sahiptir. Buna bağlı olarak nötrosifik istatistiklerde veriler belirsiz, kesin olmayan, eksik, hatta bilinmeyen olduğundan, klasik istatistiklerde kullanılan net sayılar yerine, nötrosifik istatistiklerde kümeler (sırasıyla bu net sayılara yaklaşan) kullanılır.

Nötrosifik sayısal veriler belirsizlikler içerdiğinden, nötrosifik çizgi grafikleri ve nötrosifik histogramlar 3 boyutlu olarak temsil edilir. Klasik istatistikte olduğu gibi 2 boyutlu uzaylar yerine, uzaylar XY Kartezyen Sistemine ek olarak üçüncü boyut olan belirsizlik eklenir. Net olmayan grafik veri ekranlarından nötrosifik bilgiler çıkartılabilir. Nötrosifik Çıkarımsal İstatistik, nötrosifik bir örneklemeden örneklemin seçildiği bir popülasyona genelleştirmeye izin veren yöntemlerden oluşur.

Klasik istatistiklere benzer şekilde şu şekilde sınıflandırılabilir:

- Tek değişkenli nötrosifik veriler, yani bir nötrosifik tek özellik üzerine gözlemlerden oluşan nötrosifik veriler;
- Çok değişkenli nötrosifik veriler, yani iki veya daha fazla öznelikle ilgili gözlemlerden oluşan nötrosifik veriler.

Bir Nötrosopikal İstatistik Numarası $N(5.3)$ 'deki forma sahiptir:

$$N = d + i, \quad (5.3)$$

Burada d , N 'nin belirli (kesin) kısmı ve i , N 'nin belirsiz (emin olmayan) kısmıdır. Gerçek bir nütrosifik sayı, sıfır olmayan bir katsayılı belirsizlik "i" içerir.

İyi bir uzman sistemi tasarlamak için, nütrosofideki çıkarım mekanizması (dönüşüm kuralları veya üretim kuralları ile donatılmış) tekdüze olmamalı, tercihli kurallar ve ikincil kurallar (öncelik sırası) ile birlikte yinelemeli kuralların topluluklarından oluşmalıdır. Yeni kurallar eklenebilir ve yetersiz olduğu kanıtlanan eski kurallar kaldırılabilir. Kesin kurallar ve istisnalar dışında kurallar olmalıdır. En iyi çıkarım algoritmasını belirlemek için istatistiksel regresyon yöntemi de kullanılabilir. Monoton olmayan akıl yürütme, bilmediğimiz şeyler hakkında varsayımlarda bulunmak anlamına gelir. Ardışık yaklaşımları bulmak için sezgisel yöntemler dahil edilebilir. Önceki sonuçlar açısından, normal çıkarım kuralları yerine varsayılan bir nütrosifik mantık kullanılabilir. Olası nütrosifik sonuçların dağılımı, yeni sonuçlar için bir yönlendirme çerçevesi görevi görür. Esnek, sürekli iyileştirilen kurallar, sonucun yinelemeli ve aşamalı yaklaşımlarını elde eder. Çok Kriterli Kararda, farklı kriterlerin tamamlayıcılığından ve çeşitli kaynakların tamamlayıcılığından yararlanır [15].

5.5. Nütrosifik Kümeler

Zadeh 1965 yılında, bulanık küme teorini tanımlayarak üyelik fonksiyonları kavramını ortaya atmıştır [47]. Atanassov, 1986'da tanımladığı sezgisel bulanık kümelerde kümeye ait olma ve olmama dereceleri aynı anda bulunmaktadır. [48]. Daha sonrasında Smarandache, 1998'de Nütrosifik kümeyi üç bileşen $(t, i, f) = (\text{gerçek}, \text{belirsizlik}, \text{yanlışlık})$ üzerine tanımladı [44]. Smarandache, bulanık setlere ek olarak belirsizlik (i) kavramını eklemiş oldu ve bunu nütrosifik kümeler olarak tanımladı.

Nütrosifik küme/mantık ve diğer küme/mantık türleri arasındaki temel ayrım, belirsizlik/nötrlük derecesinin (i) nütrosifik kümede bağımsız bir bileşen olarak sunulmasında yatmaktadır. Bu nedenle, nütrosifik teori, üyelik-gerçeği (t) derecesini, belirsizlik derecesini (i) ve üyelik olmama-sahtekarlığın derecesini (f) içerir [14]. Bazı totolojilerde $t > 1$, "aşırı doğru" olarak adlandırılır. Benzer şekilde, bir önerme "aşırı belirlenebilir" (bazı paradokslarda $i > 1$ için), "aşırı yanlış" ($f > 1$ için için, bazı koşulsuz yanlış önermelerde) olabilir; veya "yanlış" ($t < 1$ için, bazı koşulsuz yanlış önermelerde), "belirsiz" ($i < 1$ için, bazı koşulsuz doğru veya yanlış önermelerde), "yanlış" ($f < 1$ için,

bazı koşulsuz olarak doğru önermelerde) olabilir [15]. Diğer tüm küme türleriyle karşılaştırıldığında, nütrosifik kümede her bir ögenin, alt kümelerle olan (bulanık kümedeki sayılar değil) üç bileşeni vardır ve sezgisel bulanık kümeye benzer şekilde, içinde saklı beklenmedik parametreler nedeniyle "belirsizlik" alt kümesini dikkate alınır ve bazı setler oluşturur. Sezgisel bulanık kümelerde μ = üyelik , ν = üyeliksiz anlamlarına karşılık gelir. $\mu_A(x) \in [0,1]$, bu küme X 'de tanımlanan bulanık bir A kümesinin üyelik derecesini temsil etmek için kullanılır. X sabit bir küme olsun. A 'nın bulanık bir kümesi, (5.4)'deki forma sahiptir.

$$A = \{(x, \mu_A(x)) \mid x \in X\}, \quad (5.4)$$

Burada fonksiyon: $\mu_A: X \rightarrow [0,1]$, $x \in X$ ise A kümesinin üyelik derecesini tanımlar.

A Sezgisel bir bulanık küme ise, (5.5)'deki forma sahiptir:

$$A = \{(x, \mu_A(x), \nu_A(x)) \mid x \in X\} \quad (5.5)$$

Burada fonksiyon, $\mu_A: X \rightarrow [0,1]$ ve $\nu_A: X \rightarrow [0,1]$, $x \in X$ olacak şekilde $\mu_A(x)$ A kümesinin üyelik derecesini ve $\nu_A(x)$ üye olmama derecesini tanımlar. Buna göre $x \in X$ olacak şekilde (5.5)'deki formda tanımlanır.

$$0 \leq \mu_A(x) + \nu_A(x) \leq 1 \quad (5.6)$$

X boş olmayan sabit bir küme olsun. Bir nütrosifik küme olan A , (5.7)'deki formda tanımlanır.

$$A = \{(x, \mu_A(x), \gamma_A(x), \nu_A(x)) \mid x \in X\} \quad (5.7)$$

Burada fonksiyon, $x \in X$ olacak şekilde $\mu_A(x)$ A kümesinin üyelik derecesini, $\gamma_A(x)$, belirsizlik derecesini, $\nu_A(x)$ üye olmama derecesini tanımlar [15].

Yapılan her bir önerme T alt kümesinde gerçeğin bir yüzdesi olarak, I alt kümesinde kararsızlığın bir yüzdesi olarak, F alt kümesinde yanlışlığın bir yüzdesi olarak oranlanır veya tahminde bulunulur. Burada ifade edilen T, I, F alt kümeleri $[0,1]$ aralığında ki gerçek sayıların alt kümeleridir. Nütrosifik kümeler çoğunlukla $\langle T, I, F \rangle$ şeklinde ifade edilmektedir. Nütrosifik kümeye ait $x(t, i, f)$ gibi bir eleman kümede t gerçeklik, i kararsızlık, f yanlışlık olmak üzere t, i ve f 'nin ifade ettiği değerler T, I ve F alt kümelerinden alınan gerçek sayılar olduğu ifade edilir ve ayrıca t, i, f değerlerinin

toplamlarını m ile gösterecek olursak yani $m = t + i + f$ ve T, I, F için herhangi bir kısıtlama mevcut değildir. Nötrosofik kümelerin uzantısı ve genişlemesi olarak basitleştirilmiş nötrosofik kümeler önerilmektedir. Buna göre basitleştirilmiş nötrosofik kümelerin bazı tanımlamaları aşağıdaki gibi literatüre dahil olmuştur [49].

Nötrosofik zaman serileri, nötronofik kavramları kullanarak tahmin problemlerini çözmek için bir kavramdır. Buna yönelik tanımlamaları aşağıdaki gibi ifade edebiliriz.

Tanım 1: X sonlu bir evrensel küme olsun ve bu küme içerisinde tanımlı bir x elemanı olsun. A kümesinin ise X 'de tanımlı bir nötrosofik küme olduğunu varsayarsak, gerçek üyelik fonksiyonunu $T_A(x)$, kararsızlık üyelik fonksiyonunu $I_A(x)$ ve yanlışlık üyelik fonksiyonu $F_A(x)$ olacak şekilde X 'de belirtilmiştir. $T_A(x)$ (x), $I(x)$ ve $F(x)$ fonksiyonları gerçek standart veya standart olmayan altkümelerdir. Bu (5.8), (5.9) ve (5.10)'daki gibi ifade edebilir.

$$T_A(x): X,] 0^-, 1^+ [, \quad (5.8)$$

$$I_A(x): X,] 0^-, 1^+ [, \quad (5.9)$$

$$F_A(x): X,] 0^-, 1^+ [, \quad (5.10)$$

Ayrıca (5.11)'ki eşitsizlik ile gösterilebilir.

$$0^- \leq T_A(x) + I_A(x) + F_A(x) \leq 3^+ \quad (5.11)$$

Bu haliyle nötrosofik kümeleri gerçek hayattaki problemlere uygulamak zordur. Bu yüzden standart olmayan aralıktaki nötrosofik kümeler standart aralıktaki basitleştirilmiş nötrosofik kümelere indirgenir. Basitleştirilmiş nötrosofik kümelere, nötrosofik kümelere kullanılan işlemler korunurlar ve aynen geçerlidirler [49].

5.6. Nötrosofik Regresyon

Nötrosofik Regresyon (NR), bir veya daha fazla bağımsız değişken ile nötrosofik değerlerle ifade edilen bir bağımlı değişken arasındaki ilişkinin analizidir. Bu ilişki genellikle, bağımlı değişkenin gelecekteki değerlerinin tahmin edilmesini sağlayan nötrosofik bir denklem veya formül olarak formüle edilir. Klasik istatistiklerde olduğu gibi, nötrosofik regresyonda doğrusal olabilir (bağımsız ve bağımlı değişkenler arasındaki ilişki doğrusal ise) veya doğrusal olmayabilir (ilişki doğrusal değilse) [5].

Doğrusal regresyon modelleri günümüzde iş idaresi, ekonomi ve mühendislikte ve ayrıca sosyal, sağlık ve biyolojik bilimler dahil olmak üzere geleneksel olarak niceliksel olmayan diğer birçok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. Regresyon analizi, bir değişkenin (çıktı veya yanıt) girdi (bağımsız veya açıklayıcı) değişkenler olarak adlandırılan diğer değişkenlere bağlı olduğu fenomenleri analiz etmek için bir metodolojidir. İşlev, bağımsız değişkenin belirli bir değeri için bağımlı değişkenin değerini tahmin etmek için belirli bir veri kümesine yerleştirilir. Ancak, gerçek dünyadaki problemler tam olarak analiz edilemez, çünkü bunlar bazı belirsiz faktörlere bağlıdır ve bazı durumlarda nütrosifik regresyon kullanmak uygun olabilir. Tanaka et al. (1982) bulanık bir modelle ilk doğrusal regresyon analizini önerdi. Bu yönteme göre regresyon katsayıları, üyelik değerleri ile aralık sayıları olarak ifade edilebilen bulanık sayılardır. Regresyon katsayıları bulanık sayılar olduğundan, tahmin edilen bağımlı değişken aynı zamanda bulanık bir sayıdır [50].

Nütrosifik regresyon, veriler popülasyonun eksik, belirsiz olduğunda veya belirsiz bir örneğinden alındığında değişkenler arasındaki ilişkiyi görmek için kullanılan klasik regresyonun uzantısıdır [51]. NR, numunedeki bazı gözlemler belirsiz olduğunda uygulanır. Smarandache, yaklaşımının nütrosifik kümeleri analiz etmek için kullanılabilirliğini ifade eder. Bu çalışmada da hatalı alt ürün tahmini için, bazı verilerin belirsizliği nedeni ile nütrosifik regresyon yaklaşımını kullanmanın iyi bir yöntem olduğu söylenebilir.

Nütrosifik iki değişkenli verilere tanımlanan $(\tilde{x}_1, \tilde{y}_1), (\tilde{x}_2, \tilde{y}_2), \dots, (\tilde{x}_n, \tilde{y}_n)$ n adet veri seti ele alınsın. Nütrosifik regresyonda, istatistiksel regresyonda olduğu gibi temeli en küçük kareler metoduna bağlı olarak tahmini regresyon modelindeki a ve b katsayıları hesaplanır. Bu katsayılar sırasıyla y 'yi kesen değer ve eğim olarak tanımlanmakla birlikte b değeri regresyon katsayısını, a değeri ise sabit terimi ifade eder. Nütrosifik tahmini regresyon modeli Denklem (5.12) ile verilir.

$$\tilde{y} = \tilde{a} + \tilde{b}x \quad (5.12)$$

b kat sayısını (5.13)'daki denklem ile hesaplanır.

$$\tilde{b} = \frac{\Sigma \tilde{x}\tilde{y} - [(\Sigma \tilde{x})(\Sigma \tilde{y})/n]}{\Sigma \tilde{x}^2 - [(\Sigma \tilde{x})^2/n]} \quad (5.13)$$

a kat sayısı (5.14)'deki denklem ile hesaplanır.

$$\tilde{a} = \tilde{y} - \tilde{b}\tilde{x} \quad (5.14)$$

$\tilde{\tilde{x}}$, \tilde{x} in nütrosifik ortalaması ve $\tilde{\tilde{y}}$, \tilde{y} nin nütrosifik ortalamasıdır. Klasik en küçük kareler regresyondan farklı olarak, nütrosifik teoride sayılar yerine kümelerle çalışılır (Smarandache, 2014). Bu nedenle, verilerde bazı x'ler veya y'ler net bir sayı değildir ve kümelerle ifade edilir. Sonuç, " \tilde{a} " veya " \tilde{b} " nin sayılar yerine kümeler olmasıyla sonuçlanabilmesidir.

Nütrosifik artıklar, klasik istatistikte olduğu gibi hesaplanır. (5.15)'deki denklem ile gösterilebilir [5].

$$\tilde{(\tilde{y}_i - \tilde{y}_i)}, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (5.15)$$

6. UYGULAMA

6.1. Problemin Tanımlanması

Çalışmanın gerçekleştirildiği diyaliz ürünleri üreten firma; hemodiyaliz cihazları, periton diyalizi sistemleri, diyalizde kullanılacak su arıtma sistemleri, diyaliz sarf malzemeleri (arter-ven setleri vb.), diyaliz koltukları gibi geniş bir ürün yelpazesine sahiptir.

Türkiye'deki mevcut üretim arter-ven setleri ve diyaliz sarf malzemelerini kapsamaktadır. Hasta kanı ile direk temas halinde olacak arter-ven setlerinin sterilizasyonu çok önemlidir. Bu yüzden montajı tamamlanan ürünler ISO 14644 standartlarına göre Class 8 olarak sınıflandırılan, 1.700 m² temiz alan içerisine alınır ve ETO (Etilen Oksit) Sterilizasyon ünitesinde sterilizasyonu gerçekleştirilir. Üretilen ürünlerin %95'ini kapsayan büyük bir kısmı ihraç edilmektedir. ISO 9002:1994 , EN 46002:1996, ISO 9001:2000, ISO 13488, ISO 13485:2003 belgeleri bulunmakla beraber, üretilen kan setleri için 93/42/EEC Tıbbi Cihaz Direktifine göre CE belgesi bulunmaktadır. Üretilen ve sterilizasyonu gerçekleşen tüm ürünlerin analiz ve kontrolleri kalite kontrol laboratuvarlarında Avrupa ve Türk standartlarına uygun analiz yöntemleri ile yapılmaktadır. Yurtdışından tedarik edilen hammaddeler montaj hattında tam otomasyonlu makineler ile montajlanmaktadır. Üretilen ürünlerin %95'ini kapsayan büyük bir kısmı ihraç edilmektedir. Bu nedenle firmada üretilen ürünler içerisinde arter-ven setleri büyük bir öneme sahip olup hatalı ürün sayılarının belirlenmesi ve gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir. Ancak hatalı ürün miktarlarını tahmin etmek amacıyla kullanılacak olan bilginin net olmadığı ve kesin bir şekilde tutulmadığı yapılan çalışmalar sonucunda gözlenmiştir. Bu sebeple 2015-2019 yıllarına ait 12 aylık kesin olmayan veriler kullanılarak çalışma gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında arter-ven setlerinin altı alt ürünü le çalışılmıştır. Bunlar hasta bağlantıları, arter veya ven izalatörü, heparin hattı, enjeksiyon portu, ven kan haznesi ve klemlerdir. Kesin olmayan toplam ürün sayıları ve hatalı ürün adetleri Tablo 6.1 ile verilmiştir.

Tablo 6. 1. Arter Ven Setlerinin Alt Ürünlerine Ait Toplam Ürün Sayıları (TÜS) ve Hatalı Ürün Adetleri (HÜA)

Alt Ürünler	2015/1		...	2019/12	
	TÜS	HÜA		TÜS	HÜA
Hasta bağlantıları	1289440	45	...	1270209	*
Arter veya ven İzolatörü	*	81	...	2510699	108
Heparin hattı	126551	5	...	90064	17
Enjeksiyon portu	640841	16	...	291284	20
Ven kan haznesi	121206	3	...	7072	*
Klemler	839520	26		1302822	74

*Eksik veri

Tablo 6.1 incelendiğinde 2015-2019 yılları arasında bazı aylara ilişkin TÜS verilerinde veya HÜA verilerinde eksik bilgiler olduğu gözlenmektedir. Bu sebeple istatistiksel regresyon modellerinden yararlanılarak tahmini modellerin elde edilemeyeceği görülmüştür. Ayrıca bu bilgilerin güvenilirliği konusunda da tereddütler bulunmaktadır. Tablo 6.1'den yararlanarak her yılın her ayı bazında hatalı ürün oranları Denklem (6.1) kullanılarak milyon bazda hesaplanmıştır.

$$\text{Hatalı Ürün Oranı} = \frac{\text{HÜA}}{\text{TÜS}} * 1000000 \quad (6.1)$$

Tablo 6. 2. Hatalı Ürün Oranı (Milyonda)

Alt Ürünler	2015/1	...	2019/12
Hasta bağlantıları	34,899		*
Arter veya ven İzolatörü	*		43,016
Heparin hattı	39,510		188,755
Enjeksiyon portu	24,967		68,662
Ven kan haznesi	24,751		*
Klemler	30,970		56,800

*Eksik veri

6.2. Hasta Bağlantıları Hata Miktarı Tahmini

Hasta bağlantılarına ait yıllara göre ay bazındaki hata ürün oranları hesaplanmıştır. 5 yıla ait bu oranların ay bazında en büyük ve en küçük değerleri Tablo 6.3 ile sunulmuştur.

Tablo 6. 3. Hasta Bağlantılarına Ait Hatalı Ürün Oranları

Ay/Yıl	2015	2016	2017	2018	2019	En Büyük	En Küçük
1	34,899	26,962	95,403	64,130	54,068	95,403	26,962
2	83,665	77,882	86,838	95,897	53,755	95,897	53,755
3	77,100	65,093	63,778	*	40,309	77,100	40,309
4	121,578	24,028	66,558	71,275	41,228	121,578	24,028
5	18,625	33,980	162,109	84,335	46,553	162,109	18,625
6	120,364	31,909	137,736	144,877	44,673	144,877	31,909
7	51,748	26,560	99,248	36,123	34,559	99,248	26,560
8	60,692	42,614	*	43,123	60,743	113,435	42,614
9	51,504	25,919	147,911	34,433	34,380	147,911	25,919
10	*	54,238	130,403	36,877	48,072	130,403	36,877
11	27,454	20,734	136,610	54,908	52,914	136,610	20,734
12	35,793	18,513	65,084	29,103	*	65,084	18,513

*Eksik Bilgi

Hasta bağlantılarının hatalı ürün adedi tahmininde, nütrosifik regresyon yöntemine göre Tablo 6.4 oluşturulmuştur. Bu tabloya göre \tilde{y} değerleri 5 yıllık en büyük ve en küçük hata adetlerini, x ayları sembolize ederken buna bağlı ay bazlı nütrosifik tahmin edilen değerler \tilde{y} ile gösterilmiştir.

blo 6. 4. Hasta Bağlantılarına Ait Hatalı Ürün Tahmini

Ay/Yıl	\tilde{y}	x	x^2	$x\tilde{y}$	\tilde{y}^2	Nötrosifik Tahmin Edilen Değer (\tilde{y})
1	(26,962 ; 95,403)	1	1	(26,962 ; 95,403)	(726,952 ; 9101,740)	(37,069 ; 109,150)
2	(53,755 ; 95,897)	2	4	(107,510 ; 191,794)	(2889,612 ; 9196,235)	(35,887 ; 110,360)
3	(40,309 ; 77,100)	3	9	(120,928 ; 231,301)	(1624,840 ; 5944,472)	(34,705 ; 111,570)
4	(24,028 ; 121,578)	4	16	(96,113 ; 486,314)	(577,355 ; 14781,316)	(33,522 ; 112,780)
5	(18,625 ; 162,109)	5	25	(93,123 ; 810,545)	(346,873 ; 26279,322)	(32,340 ; 113,990)
6	(31,909 ; 144,877)	6	36	(191,456 ; 869,262)	(1018,203 ; 20989,345)	(31,158 ; 115,200)
7	(26,560 ; 99,248)	7	49	(185,920 ; 694,733)	(705,434 ; 9850,091)	(29,976 ; 116,410)
8	(42,614 ; 113,435)	8	64	(340,913 ; 907,480)	(1815,965 ; 12867,488)	(28,794 ; 117,619)
9	(25,919 ; 147,911)	9	81	(233,270 ; 1331,199)	(671,789 ; 21877,664)	(27,612 ; 118,829)
10	(36,877 ; 130,403)	10	100	(368,766 ; 1304,030)	(1359,880 ; 17004,942)	(26,430 ; 120,039)
11	(20,734 ; 136,610)	11	121	(228,070 ; 1502,710)	(429,885 ; 18662,292)	(25,247 ; 121,249)
12	(18,513 ; 65,084)	12	144	(222,155 ; 781,008)	(342,728 ; 4235,927)	(24,065 ; 122,459)
	$\Sigma\tilde{y}$	Σx	Σx^2	$\Sigma x\tilde{y}$	$\Sigma \tilde{y}^2$	
Toplam	(366,805;1389,655)	78	650	(2215,185;9205,779)	(12509,515;170790,835)	

2015'den 2019'a kadar olan verileri, (6.1)'deki denklem uygulanarak sadeleştirildi. Sadeleştirilen y değerlerinin 2015 ve 2019'daki en yüksek ve en düşük verileri bulundu. Tablo 6.6'deki y sütununda bu en yüksek ve en düşük değerler ile bir aralık oluşturulup bu aralık üzerinden (5.9)'daki denklem baz alınarak çalışma yapıldı.

Bir yılda bulunan 12 ayı x değerine atadık.

$$(x\tilde{y})_1 = (26,962 * 1); (95,403 * 1) = (26,962; 95,403)$$

$$(x\tilde{y})_2 = (53,755 * 2); (95,897 * 2) = (107,510; 191,794)$$

$$(x\tilde{y})_3 = (40,309 * 3); (77,100 * 3) = (120,928; 231,301)$$

.....

$$(x\tilde{y})_{12} = (18,513 * 12); (65,084 * 12) = (222,155; 781,008)$$

Buradan;

$$\begin{aligned} \sum x\tilde{y} &= (26,962; 95,403) + (107,510; 191,794) + \dots + (222,155; 231,301) = \\ &= ((26,962 + 107,510 + \dots + 222,155), (95,403 + 191,794 + \dots + 231,301)) = \\ &= (2215,185; 9205,779) \end{aligned}$$

$$\tilde{y}_1^2 = (26,962; 95,403) * (26,962; 95,403) = (726,952; 9101,740)$$

$$\tilde{y}_2^2 = (53,755; 95,897) * (53,755; 95,897) = (2889,612; 9196,235)$$

$$\tilde{y}_3^2 = (40,309; 77,100) * (40,309; 77,100) = (1624,840; 5944,472)$$

.....

$$\tilde{y}_{12}^2 = (18,513; 65,084) * (18,513; 65,084) = (342,728; 4235,927)$$

Buradan;

$$\begin{aligned} \sum \tilde{y}^2 &= (726,952; 9101,740) + (2889,612; 9196,235) + \dots + (342,728; 4235,927) = \\ &= ((726,952 + 2889,612 + \dots + 342,728), (9101,740 + 9196,235 + \dots + 4235,927)) \\ &= (12509,515; 170790,835) \end{aligned}$$

$$\tilde{b} = \frac{(2215,185; 9205,779) - \left(\frac{(78; 78) * (366,805; 1389,655)}{12} \right)}{650 - \left(\frac{78^2}{12} \right)}$$

$$\tilde{b} = (-1,182 ; 1,210)$$

$\tilde{y} = \frac{\sum \tilde{y}}{12}$ ve $\bar{x} = \frac{\sum x}{12}$ denklemleri ile x'in ve y'nin ortalamaları bulunur.

$$\bar{x} = \frac{78}{12} = 6,5 \quad \text{ve} \quad \tilde{y} = \frac{(366,805; 1389,655)}{12} = (30,567; 115,805)$$

$$\tilde{\alpha} = (30,567; 115,805) - [(-1,182; 1,210) * 6,5] = (38,251; 107,940)$$

Hasta bağlantıları için nütrosofik regresyon modeli (6.3)'de verilmiştir. Burada i indisi ayları göstermektedir:

$$\tilde{y}_i = (38,25; 107,940) + \{(-1,182; 1,210) * x_i\} \quad i = 1,2,\dots,n \quad (6.3)$$

$$\tilde{y}_1 = (38,251; 107,940) + [(-1,182; 1,210) * x_1(1; 1)] = (37,069; 109,150)$$

$$\tilde{y}_2 = (38,251; 107,940) + [(-1,182; 1,210) * x_2(2; 2)] = (35,887; 110,360)$$

$$\tilde{y}_3 = (38,251; 107,940) + [(-1,182; 1,210) * x_3(3; 3)] = (34,705; 111,570)$$

.....

$$\tilde{y}_{12} = (38,251; 107,940) + [(-1,182; -6,017) * x_{12}(12; 12)] = (24,065; 122,459)$$

Hasta bağlantılarına ilişkin hatalı ürün oranlarının nütrosofik kümeleri elde edilmiştir. Bağımsız değişken aylar, bağımlı değişken nütrosofik hatalı ürün oranları olarak alınarak nütrosofik regresyon ile tahmini hatalı ürün oranları Denklem (5.9) kullanılarak bulunmuş ve Tablo 6.5'de verilmiştir.

Tablo 6. 5. Hasta Bağlantıları İçin Nütrosofik Tahmini Hatalı Ürün Oranları

Nütrosofik Gözlem Numarası	Nütrosofik Hatalı Ürün Oranı (\tilde{y})	Tahmini Nütrosofik Hatalı Ürün Oranı (\tilde{y})	Nütrosofik Artıklar
1	(26,962 ; 95,403)	(37,069 ; 109,150)	(-10,107 ; -13,747)
2	(53,755 ; 95,897)	(35,887 ; 110,360)	(17,868 ; -14,463)
3	(40,309 ; 77,100)	(34,705 ; 111,570)	(5,605 ; -34,470)
4	(24,028 ; 121,578)	(33,522 ; 112,780)	(-9,494 ; 8,799)
5	(18,625 ; 162,109)	(32,340 ; 113,990)	(-13,716 ; 48,119)
6	(31,909 ; 144,877)	(31,158 ; 115,200)	(0,751 ; 29,677)
7	(26,560 ; 99,248)	(29,976 ; 116,410)	(-3,416 ; -17,162)
8	(42,614 ; 113,435)	(28,794 ; 117,619)	(13,820 ; -4,185)
9	(25,919 ; 147,911)	(27,612 ; 118,829)	(-1,693 ; 29,082)
10	(36,877 ; 130,403)	(26,430 ; 120,039)	(10,447 ; 10,364)
11	(20,734 ; 136,610)	(25,247 ; 121,249)	(-4,514 ; 15,361)
12	(18,513 ; 65,084)	(24,065 ; 122,459)	(-5,552 ; -57,375)

Denklem (6.2)'ye göre; bir sonraki aya (n=13 için) ait tahmini hatalı ürün oranı (22,882; 123,670) olarak elde edilebilir.

6.3. Arter Veya Ven İzolatörü Hata Miktarı Tahmini

Arter veya ven izolatörlerine ait yıllara göre ay bazındaki hata ürün oranları hesaplanmıştır. 5 yıla ait bu oranların ay bazında en büyük ve en küçük değerleri Tablo 6.6 ile sunulmuştur.

Tablo 6. 6. Arter Ven İzolatörlerine Ait Hatalı Ürün Oranları

Ay/Yıl	2015	2016	2017	2018	2019	En Büyük	En Küçük
1	*	29,198	14,136	31,999	43,016	43,016	14,136
2	23,151	30,143	33,491	65,826	46,427	65,826	23,151
3	37,140	25,648	48,363	60,249	*	60,249	25,648
4	36,805	23,289	29,428	62,832	50,154	62,832	23,289
5	30,893	23,581	*	58,215	53,254	58,215	23,581
6	31,972	26,209	45,931	57,034	53,454	57,034	26,209
7	24,997	26,910	35,059	46,710	36,530	46,710	24,997
8	35,382	41,568	458,327	128,696	85,315	458,327	35,382
9	20,715	*	35,198	46,092	30,356	46,092	20,715
10	38,684	21,136	34,460	48,249	38,752	48,249	21,136
11	18,665	29,795	44,137	28,339	62,783	62,783	18,665
12	62,210	18,835	35,233	35,561	43,016	62,210	18,835

*Eksik Bilgi

Arter veya ven izolatörlerinin hatalı ürün adedi tahmininde, nütrosifik regresyon yöntemine göre Tablo 6.7 oluşturulmuştur. Bu tabloya göre \tilde{y} değerleri 5 yıllık en büyük ve en küçük hata adetlerini, x ayları sembolize ederken buna bağlı ay bazlı nütrosifik tahmin edilen değerler \tilde{y} ile gösterilmiştir.

Tablo 6. 7. Arter Ven İzolatörlerine Ait Hatalı Ürün Tahmini

Ay/Yıl	\tilde{y}	x	x^2	$x\tilde{y}$	\tilde{y}^2	Nötrosofik Tahmin Edilen Değer (\tilde{y})
1	(14,136 ; 43,016)	1	1	(14,136 ; 43,016)	(199,825 ; 1850,368)	(22,958 ; 66,102)
2	(23,151 ; 65,826)	2	4	(46,302 ; 131,651)	(535,970 ; 4332,997)	(22,962 ; 70,319)
3	(25,648 ; 60,249)	3	9	(76,943 ; 180,748)	(657,805 ; 3629,967)	(22,966 ; 74,536)
4	(23,289 ; 62,832)	4	16	(93,156 ; 251,328)	(542,379 ; 3947,865)	(22,969 ; 78,753)
5	(23,581 ; 58,215)	5	25	(117,903 ; 291,073)	(556,048 ; 3388,931)	(22,973 ; 82,970)
6	(26,209 ; 57,034)	6	36	(157,253 ; 342,207)	(686,906 ; 3252,930)	(22,977 ; 87,187)
7	(24,997 ; 46,710)	7	49	(174,978 ; 326,968)	(624,840 ; 2181,795)	(22,980 ; 91,404)
8	(35,382 ; 45,327)	8	64	(283,055 ; 3666,620)	(1251,878 ; 210064,058)	(22,984 ; 95,621)
9	(20,715 ; 46,092)	9	81	(186,432 ; 414,828)	(429,099 ; 2124,474)	(22,988 ; 99,838)
10	(21,136 ; 48,249)	10	100	(211,363 ; 482,494)	(446,742 ; 2328,007)	(22,992 ; 104,055)
11	(18,665 ; 62,783)	11	121	(205,318 ; 690,616)	(348,392 ; 3941,736)	(22,995 ; 108,272)
12	(18,835 ; 62,210)	12	144	(226,024 ; 746,514)	(354,769 ; 3870,026)	(22,999 ; 112,489)
	$\Sigma\tilde{y}$	Σx	Σx^2	$\Sigma x\tilde{y}$	$\Sigma \tilde{y}^2$	
Toplam	(275,743;1071,543)	78	650	(1792,863;7568,062)	(6634,652;244913,153)	

$$\begin{aligned}
(x\tilde{y})_1 &= (14,136 * 1); (43,016 * 1) = (14,136; 43,016) \\
(x\tilde{y})_2 &= (23,151 * 2); (65,826 * 2) = (46,302; 131,651) \\
(x\tilde{y})_3 &= (25,648 * 3); (60,249 * 3) = (76,943; 180,748)
\end{aligned}$$

.....

$$(x\tilde{y})_{12} = (18,835 * 12), (62,210 * 12) = (226,024; 746,514)$$

Buradan;

$$\begin{aligned}
\sum x\tilde{y} &= (14,136; 43,016) + (46,302; 131,651) + \dots + (226,024; 746,514) = \\
&= ((14,136 + 46,302 + \dots + 226,024); (43,016 + 131,651 + \dots + 746,514)) = \\
&= (1792,863; 7568,062)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\tilde{y}_1^2 &= (14,136; 43,016) * (14,136; 43,016) = (199,825; 1850,368) \\
\tilde{y}_2^2 &= (23,151; 65,826) * (23,151; 65,826) = (535,970; 4332,997) \\
\tilde{y}_3^2 &= (25,648; 60,249) * (25,648; 60,249) = (657,805; 3629,967)
\end{aligned}$$

.....

$$\tilde{y}_{12}^2 = (18,835; 62,210) * (18,835; 62,210) = (354,769; 3870,026)$$

Buradan;

$$\begin{aligned}
\sum \tilde{y}^2 &= (199,825; 1850,368) + (535,970; 4332,997) + \dots + (354,769; 3870,026) = \\
&= ((199,825 + 535,970 + \dots + 354,769); (1850,368 + 4332,997 + \dots + 3870,026)) \\
&= (6634,652; 244913,153)
\end{aligned}$$

$$\tilde{b} = \frac{(1792,863; 7568,062) - \left(\frac{(78; 78) * (275,743; 1071,543)}{12} \right)}{650 - \left(\frac{78^2}{12} \right)}$$

$$\tilde{b} = (0,004; 4,217)$$

$\tilde{y} = \frac{\sum \tilde{y}}{12}$ ve $\bar{x} = \frac{\sum x}{12}$ denklemleri ile x'in ve y'nin ortalamaları bulunur.

$$\bar{x} = \frac{78}{12} = 6,5 \quad \text{ve} \quad \tilde{\bar{y}} = \frac{(275,743; 1071,543)}{12} = (22,979; 89,295)$$

$$\tilde{a} = (22,979; 89,295) - [(0,004; 4,217) * 6,5] = (22,955; 61,885)$$

Arter veya ven izolatörleri için nötrosifik regresyon modeli (6.4)'de verilmiştir.:

$$\tilde{y}_i = (22,955; 61,885) + \{(0,004; 4,217) * x_i\} \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (6.4)$$

$$\tilde{y}_1 = (22,955; 61,885) + [(0,004; 4,217) * x_1(1; 1)] = (22,958; 66,102)$$

$$\tilde{y}_2 = (22,955; 61,885) + [(0,004; 4,217) * x_2(2; 2)] = (22,962; 70,319)$$

$$\tilde{y}_3 = (22,955; 61,885) + [(0,004; 4,217) * x_3(3; 3)] = (22,966; 74,536)$$

.....

$$\tilde{y}_{12} = (22.955, 61.885) + [(0.004, 4.217) * x_{12}(12,12) = (22.999, 112.489)$$

Arter veya ven izolatörlerine ilişkin hatalı ürün oranlarının nötrosifik kümeleri elde edilmiştir. Bağımsız değişken aylar, bağımlı değişken nötrosifik hatalı ürün oranları olarak alınarak nötrosifik regresyon ile tahmini hatalı ürün oranları Denklem (5.9) kullanılarak bulunmuş ve Tablo 6.8’de verilmiştir.

Tablo 6. 8. Arter Ven İzolatörleri İçin Nötrosifik Tahmini Hatalı Ürün Oranları

Nötrosifik Gözlem Numarası	Nötrosifik Hatalı Ürün Oranı (\tilde{y})	Tahmini Nötrosifik Hatalı Ürün Oranı (\tilde{y})	Nötrosifik Artıklar
1	(14,136 ; 43,016)	(22,958 ; 66,102)	(-,822 ; -23,086)
2	(23,151 ; 65,826)	(22,962 ; 70,319)	(0,189 ; -4,493)
3	(25,648 ; 60,249)	(22,966 ; 74,536)	(2,682 ; -14,287)
4	(23,289 ; 62,832)	(22,969 ; 78,753)	(0,320 ; -15,921)
5	(23,581 ; 58,215)	(22,973 ; 82,970)	(0,608 ; -24,755)
6	(26,209 ; 57,034)	(22,977 ; 87,187)	(3,232 ; -30,152)
7	(24,997 ; 46,710)	(22,980 ; 91,404)	(2,016 ; -44,694)
8	(35,382 ; 458,327)	(22,984 ; 95,621)	(12,398 ; 362,707)
9	(20,715 ; 46,092)	(22,988 ; 99,838)	(-2,273 ; -53,746)
10	(21,136 ; 48,249)	(22,992 ; 104,055)	(-1,855 ; -55,805)
11	(18,665 ; 62,783)	(22,995 ; 108,272)	(-4,330 ; -45,489)
12	(18,835 ; 62,210)	(22,999 ; 112,489)	(-4,164 ; -50,279)

Denklem (6.2)’ye göre; bir sonraki aya ait (n=13 için) tahmini hatalı ürün oranı (23,002 ; 116,706)olarak elde edilebilir.

6.4. Heparin Hattı Hata Miktarı Tahmini

Heparin hattına ait yıllara göre ay bazındaki hata ürün oranları hesaplanmıştır. 5 yıla ait bu oranların ay bazında en büyük ve en küçük değerleri Tablo 6.9 ile sunulmuştur.

Tablo 6. 9. Heparin Hattına Ait Hatalı Ürün Oranları

Ay/Yıl	2015	2016	2017	2018	2019	En Büyük	En Küçük
1	39,51	15,49	54,56	32,44	188,75	188,75	15,49
2	44,11	16,49	37,55	17,46	409,41	409,41	16,49
3	30,15	18,24	34,40	46,49	*	46,49	18,24
4	22,83	61,51	50,19	66,95	91,27	91,27	22,83
5	*	17,32	43,52	30,49	25,22	43,52	17,32
6	90,60	29,80	60,14	42,68	173,51	173,51	29,80
7	68,00	29,06	22,48	*	48,51	68,00	22,48
8	31,92	80,90	27,34	21,31	416,44	416,44	21,31
9	23,87	9,68	21,08	20,91	0,00	23,87	0,00
10	3,76	*	14,83	95,01	43,56	95,01	3,76
11	14,15	20,89	37,63	62,12	43,07	62,12	14,15
12	20,25	43,48	44,47	61,72	*	61,72	20,25

*Eksik Bilgi

Heparin hattı hatalı ürün adedi tahmininde, nütrosifik regresyon yöntemine göre Tablo 6.10. oluşturulmuştur. Bu tabloya göre \tilde{y} değerleri 5 yıllık en büyük ve en küçük hata adetlerini, x ayları sembolize ederken buna bağlı ay bazlı nütrosifik tahmin edilen değerler \hat{y} ile gösterilmiştir.

Tablo 6. 10. Heparin Hattına Ait Hatalı Ürün Tahmini

Ay/Yıl	\tilde{y}	x	x^2	$x\tilde{y}$	\tilde{y}^2	Nötrosifik Tahmin Edilen Değer (\tilde{y})
1	(15,492 ; 188,755)	1	1	(15,492 ; 188,755)	(239,989 ; 35628,323)	(20,296 ; 207,453)
2	(16,491 ; 409,406)	2	4	(32,983 ; 818,812)	(271,963 ; 167613,359)	(19,668 ; 195,190)
3	(18,238 ; 46,487)	3	9	(54,713 ; 139,461)	(332,610 ; 2161,028)	(19,041 ; 182,928)
4	(22,832 ; 91,274)	4	16	(91,328 ; 365,097)	(521,300 ; 8330,977)	(18,413 ; 170,665)
5	(17,316 ; 43,517)	5	25	(86,579 ; 217,587)	(299,839 ; 1893,761)	(17,785 ; 158,402)
6	(29,800 ; 173,515)	6	36	(178,799 ; 1041,088)	(888,031 ; 30107,356)	(17,157 ; 146,139)
7	(22,478 ; 67,996)	7	49	(157,345 ; 475,969)	(505,256 ; 4623,402)	(16,529 ; 133,877)
8	(21,310 ; 416,435)	8	64	(170,479 ; 3331,483)	(454,113 ; 173418,371)	(15,901 ; 121,614)
9	(0,000 ; 23,866)	9	81	(0,000 ; 214,796)	(0,000 ; 569,599)	(15,274 ; 109,351)
10	(3,763 ; 95,010)	10	100	(37,633 ; 950,101)	(14,163 ; 950,101)	(14,646 ; 97,088)
11	(14,148 ; 62,116)	11	121	(155,632 ; 683,272)	(200,177 ; 683,272)	(14,018 ; 84,825)
12	(20,250 ; 61,719)	12	144	(243,004 ; 740,624)	(410,074 ; 3809,193)	(13,390 ; 72,563)
	$\Sigma\tilde{y}$	Σx	Σx^2	$\Sigma x\tilde{y}$	$\Sigma\tilde{y}^2$	
Toplam	(202,118;1680,095)	78	650	(1223,987;9167,044)	(40851,706;2822720,781)	

$$(x\tilde{y})_1 = (15,492 * 1); (188,755 * 1) = (15,492; 188,755)$$

$$(x\tilde{y})_2 = (16,491 * 2); (409,406 * 2) = (32,983; 818,812)$$

$$(x\tilde{y})_3 = (18,238 * 3); (46,487 * 3) = (54,713; 139,461)$$

.....

$$(xy)_{12} = (20,250 * 12); (61,719 * 12) = (243,004; 740,624)$$

Buradan;

$$\begin{aligned} \sum x\tilde{y} &= (15,492; 188,755) + (32,983; 818,812) + \dots + (243,004; 740,624) = \\ &= ((15,492 + 32,983 + \dots + 243,004); (188,755 + 818,812 + \dots + 740,624)) = \\ &= (1223,987; 9167,044) \end{aligned}$$

$$\tilde{y}_1^2 = (15,492; 188,755) * (15,492; 188,755) = (239,989; 35628,323)$$

$$\tilde{y}_2^2 = (16,491; 409,406) * (16,491; 409,406) = (271,963; 167613,359)$$

$$\tilde{y}_3^2 = (18,238; 46,487) * (18,238; 46,487) = (332,610; 2161,028)$$

.....

$$\tilde{y}_{12}^2 = (20,250; 61,719) * (20,250; 61,719) = (410,074; 3809,193)$$

Buradan;

$$\begin{aligned} \sum y^2 &= (239,989; 35628,323) + (271,963; 167613,359) + \dots + (410,074; 3809,193) = \\ &= ((239,989 + 271,963 + \dots + 410,074); (35628,323 + 167613,359 + \dots + 3809,193)) \\ &= (40851,706; 2822720,781) \end{aligned}$$

$$\tilde{b} = \frac{(1223,987; 9167,044) - \left(\frac{(78; 78) * (202,118; 1680,095)}{12} \right)}{650 - \left(\frac{78^2}{12} \right)}$$

$$\tilde{b} = (-0,628; -12,263)$$

$\tilde{y} = \frac{\sum y}{12}$ ve $\bar{x} = \frac{\sum x}{12}$ denklemleri ile x'in ve y'nin ortalamaları bulunur.

$$\bar{x} = \frac{78}{12} = 6,5 \quad \text{ve} \quad \tilde{y} = \frac{(202,118; 1680,095)}{12} = (16,843; 140,008)$$

$$\tilde{a} = (16,843; 140,008) - [(-0,628; -12,263) * 6,5] = (20,924; 219,716)$$

Heparin hattı için nütrosifik regresyon modeli (6.5)'de verilmiştir.:

$$\tilde{y}_i = (20,924; 219,716) + \{(-0,628; -12,2628) * x_i\} \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (6.5)$$

$$\tilde{y}_1 = (20,924; 219,716) + [(-0,628; -12,263) * x_1(1; 1)] = (20,296; 207,453)$$

$$\tilde{y}_2 = (20,924; 219,716) + [(-0,628; -12,263) * x_2(2; 2)] = (19,668; 195,190)$$

$$\tilde{y}_3 = (20,924; 219,716) + [(-0,628; -12,263) * x_3(3; 3)] = (19,041; 182,928)$$

.....

$$\tilde{y}_{12} = (20,924 ; 219,716) + [(-0,628 ; -12,263) * x_{12}(12; 12) = (13,390; 72,563)$$

Heparin hattına ilişkin hatalı ürün oranlarının nütrosolik küeleri elde edilmiştir. Bağımsız değişken aylar, bağımlı değişken nütrosolik hatalı ürün oranları olarak alınarak nütrosolik regresyon ile tahmini hatalı ürün oranları Denklem (5.9) kullanılarak bulunmuş ve Tablo 6.11’de verilmiştir.

Tablo 6. 11. Heparin Hattı İçin Nütrosolik Tahmini Hatalı Ürün Oranları

Nütrosolik Gözlem Numarası	Nütrosolik Hatalı Ürün Oranı (\tilde{y})	Tahmini Nütrosolik Hatalı Ürün Oranı (\tilde{y})	Nütrosolik Artıklar
1	(15,492 ; 188,755)	(20,296 ; 207,453)	(-4,805 ; -18,699)
2	(16,491 ; 409,406)	(19,668 ; 195,190)	(-3,177 ; 214,216)
3	(18,238 ; 46,487)	(19,041 ; 182,928)	(-0,803 ; -136,441)
4	(22,832 ; 91,274)	(18,413 ; 170,665)	(4,419 ; -79,391)
5	(17,316 ; 43,517)	(17,785 ; 158,402)	(-0,469 ; -114,885)
6	(29,800 ; 173,515)	(17,157 ; 146,139)	(12,643 ; 27,375)
7	(22,478 ; 67,996)	(16,529 ; 133,877)	(5,949 ; -65,881)
8	(21,310 ; 416,435)	(15,901 ; 121,614)	(5,408 ; 294,822)
9	(0,000 ; 23,866)	(15,274 ; 109,351)	(-15,274 ; -85,485)
10	(3,763 ; 95,010)	(14,646 ; 97,088)	(-10,882 ; -2,078)
11	(14,148 ; 62,116)	(14,018 ; 84,825)	(0,130 ; -22,710)
12	(20,250 ; 61,719)	(13,390 ; 72,563)	(6,860 ; -10,844)

Denklem (6.2)’ye göre; bir sonraki aya ait tahmini hatalı ürün oranı (12,762 ; 60,300) olarak elde edilebilir.

6.5. Enjeksiyon Portu Hata Miktarı Tahmini

Enjeksiyon portuna ait yıllara göre ay bazındaki hata ürün oranları hesaplanmıştır. 5 yıla ait bu oranların ay bazında en büyük ve en küçük değerleri Tablo 6.12 ile sunulmuştur.

Tablo 6.12. Enjeksiyon Portuna Ait Hatalı Ürün Oranları

Ay/Yıl	2015	2016	2017	2018	2019	En Büyük	En Küçük
1	24,967	55,156	67,189	69,509	68,662	69,509	24,967
2	48,140	41,018	*	21,567	79,090	79,090	21,567
3	41,439	86,527	71,132	30,320	55,436	86,527	30,320
4	36,372	60,956	33,624	23,672	60,033	60,956	23,672
5	44,575	37,548	20,507	34,703	29,259	44,575	20,507
6	33,688	65,785	44,255	26,780	50,913	65,785	26,780
7	53,780	41,753	33,371	50,569	42,059	53,780	33,371
8	*	197,829	184,082	86,360	96,135	197,829	86,360
9	31,517	41,007	32,813	15,996	50,471	50,471	15,996
10	70,529	53,607	42,177	36,702	67,373	70,529	36,702
11	45,988	*	75,361	56,497	13,984	75,361	13,984
12	89,185	70,999	47,809	41,893	*	89,185	41,893

*Eksik Bilgi

Enjeksiyon portunun hatalı ürün adedi tahmininde, nütrosifik regresyon yöntemine göre Tablo 6.13 oluşturulmuştur. Bu tabloya göre \tilde{y} değerleri 5 yıllık en büyük ve en küçük hata adetlerini, x ayları sembolize ederken buna bağlı ay bazlı nütrosifik tahmin edilen değerler \tilde{y} ile gösterilmiştir.

Tablo 6. 13. Enjeksiyon Portuna Ait Hatalı Ürün Tahmini

Ay/Yıl	\tilde{y}	x	x^2	$x\tilde{y}$	\tilde{y}^2	Nötrosifik Tahmin Edilen Değer (\tilde{y})
1	(24,967 ; 69,509)	1	1	(24,967 ; 69,509)	(623,361 ; 4831,524)	(25,028 ; 69,668)
2	(21,567 ; 79,090)	2	4	(43,133 ; 158,181)	(465,122 ; 6255,301)	(26,176 ; 71,298)
3	(30,320 ; 86,527)	3	9	(90,961 ; 259,582)	(919,317 ; 7486,992)	(27,325 ; 72,928)
4	(23,672 ; 60,956)	4	16	(94,690 ; 243,826)	(560,387 ; 3715,686)	(28,473 ; 74,558)
5	(20,507 ; 44,575)	5	25	(102,533 ; 222,875)	(420,522 ; 1986,922)	(29,621 ; 76,188)
6	(26,780 ; 65,785)	6	36	(160,682 ; 394,708)	(717,186 ; 4327,622)	(30,769 ; 77,818)
7	(33,371 ; 53,780)	7	49	(233,594 ; 376,462)	(1113,595 ; 2892,326)	(31,917 ; 79,448)
8	(86,360 ; 197,829)	8	64	(690,876 ; 1582,632)	(7457,966 ; 39136,330)	(33,065 ; 81,078)
9	(15,996 ; 50,471)	9	81	(143,962 ; 454,204)	(255,865 ; 2547,328)	(34,214 ; 82,708)
10	(36,702 ; 70,529)	10	100	(367,016 ; 705,290)	(1347,009 ; 4974,344)	(35,362 ; 84,338)
11	(13,984 ; 75,361)	11	121	(153,829 ; 828,969)	(195,565 ; 5679,249)	(36,510 ; 85,969)
12	(41,893 ; 89,185)	12	144	(502,714 ; 1070,214)	(1755,010 ; 7953,877)	(37,658 ; 87,599)
	$\Sigma\tilde{y}$	Σx	Σx^2	$\Sigma x\tilde{y}$	$\Sigma\tilde{y}^2$	
Toplam	(376,118;943,598)	78	650	(2608,958;6366,488)	(141465,002;890376,810)	

$$(x\tilde{y})_1 = (24,967 * 1); (69,509 * 1) = (24,967; 69,509)$$

$$(x\tilde{y})_2 = (21,567 * 2); (79,090 * 2) = (43,133; 158,181)$$

$$(x\tilde{y})_3 = (30,320 * 3); (86,527 * 3) = (90,961; 259,582)$$

.....

$$(x\tilde{y})_{12} = (41,893 * 12); (89,185 * 12) = (502,714; 1070,214)$$

Buradan;

$$\sum x\tilde{y} = (24,967; 69,509) + (43,133; 158,181) + \dots + (502,714; 1070,214) =$$

$$((24,967 + 43,133 + \dots + 502,714); (69,509 + 158,181 + \dots + 1070,214)) =$$

$$(2608,958; 6366,488)$$

$$y_1^2 = (24,967; 69,509) * (24,967; 69,509) = (623,361; 4831,524)$$

$$y_2^2 = (21,567; 79,090) * (21,567; 79,090) = (465,122; 6255,301)$$

$$y_3^2 = (30,320; 86,527) * (30,320; 86,527) = (919,317; 7486,992)$$

.....

$$\tilde{y}_{12}^2 = (41,893; 89,185) * (41,893; 89,185) = (1755,010; 7953,877)$$

Buradan;

$$\sum \tilde{y}^2 = (623,361; 4831,524) + (465,122; 6255,301) + \dots + (1755,010; 7953,877) =$$

$$((623,361 + 465,122 + \dots + 1755,010); (4831,524 + 6255,301 + \dots + 7953,877)) =$$

$$(141465,002; 890376,810)$$

$$\tilde{b} = \frac{(2608,958; 6366,488) - \left(\frac{(78; 78) * (376,118; 943,598)}{12} \right)}{650 - \left(\frac{78^2}{12} \right)}$$

$$\tilde{b} = (1,148; 1,630)$$

$\tilde{y} = \frac{\sum \tilde{y}}{12}$ ve $\bar{x} = \frac{\sum x}{12}$ denklemleri ile x'in ve y'nin ortalamaları bulunur.

$$\bar{x} = \frac{78}{12} = 6,5 \quad \text{ve} \quad \tilde{y} = \frac{(376,118; 943,598)}{12} = (31,343; 78,633)$$

$$\tilde{a} = (31,343; 78,633) - [(1,148; 1,630) * 6,5] = (23,880; 68,038)$$

Heparin hattı için nütrosifik regresyon modeli (6.6)'da verilmiştir.:

$$\tilde{y}_i = (23,880; 68,038) + \{(1,148; 1,630) * x_i\} \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (6.6)$$

$$\tilde{y}_1 = (23,880; 68,038) + [(1,148; 1,630) * x_1(1; 1)] = (25,028; 69,668)$$

$$\tilde{y}_2 = (23,880; 68,038) + [(1,148; 1,630) * x_2(2; 2)] = (26,176; 71,298)$$

$$\tilde{y}_3 = (23,880; 68,038) + [(1,148; 1,630) * x_3(3; 3)] = (27,325; 72,928)$$

.....

$$\tilde{y}_{12} = (23,880 ; 68,038) + [(1,148 ; 1,630) * x_{12}(12; 12) = (37,658; 87,599)$$

Heparin hattına ilişkin hatalı ürün oranlarının nütrosifik kümeleri elde edilmiştir. Bağımsız değişken aylar, bağımlı değişken nütrosifik hatalı ürün oranları olarak alınarak nütrosifik regresyon ile tahmini hatalı ürün oranları Denklem (5.9) kullanılarak bulunmuş ve Tablo 6.14’de verilmiştir.

Tablo 6. 14. Enjeksiyon Portu İçin Nütrosifik Tahmini Hatalı Ürün Oranları

Nütrosifik Gözlem Numarası	Nütrosifik Hatalı Ürün Oranı (\tilde{y})	Tahmini Nütrosifik Hatalı Ürün Oranı (\tilde{y})	Nütrosifik Artıklar
1	(24,967 ; 69,509)	(25,028 ; 69,668)	(-0,061 ; -0,159)
2	(21,567 ; 79,090)	(26,176 ; 71,298)	(-4,610 ; 7,793)
3	(30,320 ; 86,527)	(27,325 ; 72,928)	(2,996 ; 13,600)
4	(23,672 ; 60,956)	(28,473 ; 74,558)	(-4,800 ; -13,602)
5	(20,507 ; 44,575)	(29,621 ; 76,188)	(-9,114 ; -31,613)
6	(26,780 ; 65,785)	(30,769 ; 77,818)	(-3,989 ; -12,033)
7	(33,371 ; 53,780)	(31,917 ; 79,448)	(1,453 ; -25,668)
8	(86,360 ; 197,829)	(33,065 ; 81,078)	(53,294 ; 116,751)
9	(15,996 ; 50,471)	(34,214 ; 82,708)	(-18,218 ; -32,237)
10	(36,702 ; 70,529)	(35,362 ; 84,338)	(1,340 ; -13,809)
11	(13,984 ; 75,361)	(36,510 ; 85,969)	(-22,526 ; -10,608)
12	(41,893 ; 89,185)	(37,658 ; 87,599)	(4,235 ; 1,586)

Denklem (6.2)’ye göre; bir sonraki aya (n=13 için) ait tahmini hatalı ürün oranı (38,806 ; 89,229) olarak elde edilebilir.

6.6. Ven Kan Haznesi Hata Miktarı Tahmini

Ven kan haznesine ait yıllara göre ay bazındaki hata ürün oranları hesaplanmıştır. 5 yıla ait bu oranların ay bazında en büyük ve en küçük değerleri Tablo 6.15 ile sunulmuştur.

Tablo 6. 15. Ven Kan Haznesine Ait Hatalı Ürün Oranları

Ay/Yıl	2015	2016	2017	2018	2019	En Büyük	En Küçük
1	24,751	*	263,797	499,194	141,403	499,194	24,751
2	39,417	256,410	152,625	40,437	320,513	320,513	39,417
3	253,036	160,256	165,961	115,385	155,087	253,036	115,385
4	346,500	245,761	141,924	160,256	155,087	346,500	141,924
5	346,500	128,205	98,746	38,462	274,725	346,500	38,462
6	224,921	190,876	157,249	122,229	171,703	224,921	122,229
7	273,748	167,954	188,076	161,264	147,145	273,748	147,145
8	240,385	137,363	288,462	137,363	233,536	288,462	137,363
9	240,385	166,141	268,336	*	125,581	268,336	125,581
10	113,122	224,048	185,625	171,194	155,739	224,048	113,122
11	198,255	204,221	196,232	174,825	191,791	204,221	174,825
12	126,103	232,162	152,424	152,625	*	232,162	126,103

*Eksik Bilgi

Ven kan haznesi hatalı ürün adedi tahmininde, nütrosifik regresyon yöntemine göre Tablo 6.16 oluşturulmuştur. Bu tabloya göre \tilde{y} değerleri 5 yıllık en büyük ve en küçük hata adetlerini, x ayları sembolize ederken buna bağlı ay bazlı nütrosifik tahmin edilen değerler \tilde{y} ile gösterilmiştir.

Tablo 6. 16. Ven Kan Haznesine Ait Hatalı Ürün Tahmini

Ay/Yıl	\tilde{y}	x	x^2	$x\tilde{y}$	\tilde{y}^2	Nötrosofik Tahmin Edilen Değer (\tilde{y})
1	(24,751 ; 499,194)	1	1	(24,751 ; 499,194)	(612,624 ; 249194,261)	(59,674 ; 380,579)
2	(39,417 ; 320,513)	2	4	(78,833 , 641,026)	(1553,671 ; 102728,468)	(69,617 ; 364,135)
3	(115,385 ; 253,036)	3	9	(346,154 ; 759,109)	(13313,609 ; 64027,439)	(77,559 ; 347,691)
4	(141,924 ; 346,500)	4	16	(567,698 ; 1386,001)	(20142,563 ; 120062,490)	(86,502 ; 331,247)
5	(38,462 ; 346,500)	5	25	(192,308 ; 1732,502)	(1479,290 ; 120062,490)	(95,445 ; 314,803)
6	(122,229 ; 224,921)	6	36	(733,377 ; 1349,528)	(14940,042 ; 50589,581)	(104,388 ; 298,359)
7	(147,145 ; 273,748)	7	49	(1030,018 ; 1916,233)	(21651,763 ; 74937,751)	(113,330 ; 281,915)
8	(137,363 ; 288,462)	8	64	(1098,901 ; 2307,692)	(18868,494 ; 83210,059)	(122,273 ; 265,471)
9	(125,581 ; 268,336)	9	81	(1130,227 ; 2415,027)	(15770,540 ; 72004,378)	(131,216 ; 249,027)
10	(113,122 ; 224,048)	10	100	(1131,222 ; 2240,478)	(12796,626 ; 50197,415)	(140,158 ; 232,582)
11	(174,825 ; 204,221)	11	121	(1923,077 ; 2246,426)	(30563,842 ; 227066,198)	(149,101 ; 216,138)
12	(126,103 , 232,162)	12	144	(1513,241 ; 2785,946)	(15902,069 ; 53899,289)	(158,044 ; 199,694)
	$\Sigma\tilde{y}$	Σx	Σx^2	$\Sigma x\tilde{y}$	$\Sigma\tilde{y}^2$	
Toplam	(1306,308;3481,641)	78	650	(9769,806;20279,62)	(1706439,491;12121823,048)	

$$\begin{aligned}
(x\tilde{y})_1 &= (24,751 * 1); (499,194 * 1) = (24,751; 499,194) \\
(x\tilde{y})_2 &= (39,417 * 2); (320,513 * 2) = (78,833; 641,026) \\
(x\tilde{y})_3 &= (115,385 * 3); (253,036 * 3) = (346,154; 759,109) \\
&\dots\dots\dots \\
(x\tilde{y})_{12} &= (126,103 * 12); (232,162 * 12) = (1513,241; 2785,946)
\end{aligned}$$

Buradan;

$$\begin{aligned}
\Sigma x\tilde{y} &= (24,751; 499,194) + (78,833; 641,026) + \dots\dots\dots + (1513,241; 2785,946) = \\
&= ((24,751 + 78,833 + \dots + 1513,241); (499,194 + 641,026 + \dots + 1070,214)) = \\
&= (9769,806; 20279,162)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\tilde{y}_1^2 &= (24,751; 499,194) * (24,751; 499,194) = (612,624; 249194,261) \\
\tilde{y}_2^2 &= (39,417; 320,513) * (39,417; 320,513) = (1553,671; 102728,468) \\
\tilde{y}_3^2 &= (115,385; 253,036) * (115,385; 253,036) = (13313,609; 64027,439) \\
&\dots\dots\dots \\
\tilde{y}_{12}^2 &= (126,103; 232,162) * (126,103; 232,162) = (15902,069; 53899,289)
\end{aligned}$$

Buradan;

$$\begin{aligned}
\Sigma \tilde{y}^2 &= (612,624; 249194,261) + (1553,671; 102728,468) + \dots \\
&+ (15902,069; 53899,289) = \\
&= ((612,624 + 1553,671 + \dots + 15902,069); (249194,261 + 102728,468 + \dots \\
&+ 53899,289)) = (1706439,491; 12121823,048)
\end{aligned}$$

$$\tilde{b} = \frac{(9769,806; 20279,162) - \left(\frac{(78; 78) * (1306,308; 3481,641)}{12} \right)}{650 - \left(\frac{78^2}{12} \right)}$$

$$\tilde{b} = (8,943 ; -16,444)$$

$\tilde{y} = \frac{\Sigma \tilde{y}}{12}$ ve $\bar{x} = \frac{\Sigma x}{12}$ denklemleri ile x'in ve y'nin ortalamaları bulunur.

$$\bar{x} = \frac{78}{12} = 6,5 \quad \text{ve} \quad \tilde{\bar{y}} = \frac{(1306,308; 3481,641)}{12} = (108,859 ; 290,137)$$

$$\tilde{a} = (108,859 ; 290,137) - [(8,943 ; -16,444) * 6,5] = (50,731 ; 397,023)$$

Enjeksiyon portu için nötrosifik regresyon modeli (6.7)'de verilmiştir.:

$$\tilde{y}_i = (50,731 ; 397,023) + \{(8,943 ; -16,444) * x_i\} \quad i = 1,2,\dots,n \quad (6.7)$$

$$\tilde{y}_1 = (50,731 ; 397,023) + [(8,943 ; -16,444) * x_1(1; 1)] = (59,674; 380,579)$$

$$\tilde{y}_2 = (50,731 ; 397,023) + [(8,943 ; -16,444) * x_2(2; 2)] = (69,617; 364,135)$$

$$\tilde{y}_3 = (50,731 ; 397,023) + [(8,943 ; -16,444) * x_3(3; 3)] = (77,559; 347,691)$$

.....

$$\tilde{y}_{12} = (50,731 ; 397,023) + [(8,943 ; -16,444) * x_{12}(12; 12) = (158,044; 199,694)$$

Enjeksiyon portuna ilişkin hatalı ürün oranlarının nütrosifik kümeleri elde edilmiştir. Bağımsız değişken aylar, bağımlı değişken nütrosifik hatalı ürün oranları olarak alınarak nütrosifik regresyon ile tahmini hatalı ürün oranları Denklem (5.9) kullanılarak bulunmuş ve Tablo 6.17’de verilmiştir.

Tablo 6. 17. Ven Kan Haznesi İçin Nütrosifik Tahmini Hatalı Ürün Oranları

Nütrosifik Gözlem Numarası	Nütrosifik Hatalı Ürün Oranı (\tilde{y})	Tahmini Nütrosifik Hatalı Ürün Oranı (\tilde{y})	Nütrosifik Artıklar
1	(24,751 ; 499,194)	(59,674 ; 380,579)	(-34,923 ; 118,614)
2	(39,417 ; 320,513)	(68,617 ; 364,135)	(-29,200 ; -43,622)
3	(115,385 ; 253,036)	(77,559 ; 347,691)	(37,825 ; -94,655)
4	(141,924 ; 346,500)	(86,502 ; 331,247)	(55,422 ; 15,253)
5	(38,462 ; 346,500)	(95,445 ; 314,803)	(-56,983 ; 31,697)
6	(122,229 ; 224,921)	(104,388 ; 298,359)	(17,842 ; -73,437)
7	(147,145 ; 273,748)	(113,330 ; 281,915)	(33,815 ; -8,167)
8	(137,363 ; 288,462)	(122,273 ; 265,471)	(15,090 ; 22,991)
9	(125,581 ; 268,336)	(131,216 ; 249,027)	(-5,635 ; 19,310)
10	(113,122 ; 224,048)	(140,158 ; 232,582)	(-27,036 ; -8,535)
11	(174,825 ; 204,221)	(149,101 ; 216,138)	(25,724 ; -11,918)
12	(126,103 ; 232,162)	(158,044 ; 199,694)	(-31,940 ; 32,468)

Denklem (6.2)’ye göre; bir sonraki aya (n=13 için) ait tahmini hatalı ürün oranı (166,987 183,250) olarak elde edilebilir.

6.7. Klempler Hata Miktarı Tahmini

Klemplere ait yıllara göre ay bazındaki hata ürün oranları hesaplanmıştır. 5 yıla ait bu oranların ay bazında en büyük ve en küçük değerleri Tablo 6.18 ile sunulmuştur.

Tablo 6. 18. Klemplere Ait Hatalı Ürün Oranları

Ay/Yıl	2015	2016	2017	2018	2019	En Büyük	En Küçük
1	30,970	78,061	32,135	51,647	56,800	78,061	30,970
2	34,544	60,009	31,078	38,210	*	60,009	31,078
3	23,734	47,110	39,678	27,000	25,794	47,110	23,734
4	*	40,143	30,313	29,262	39,295	40,143	29,262
5	17,450	44,698	22,433	48,041	48,178	48,178	17,450
6	17,147	42,689	27,996	32,240	40,112	42,689	17,147
7	12,910	29,143	33,789	33,779	27,534	33,789	12,910
8	76,422	123,967	118,708	43,321	62,691	123,967	43,321
9	21,714	46,593	*	22,581	31,203	46,593	21,714
10	18,978	39,182	28,877	30,497	36,600	39,182	18,978
11	29,847	42,491	31,009	26,067	33,149	42,491	26,067
12	52,436	20,719	33,622	21,900	*	52,436	20,719

*Eksik Bilgi

Klempler için hatalı ürün adedi tahmininde, nütrosifik regresyon yöntemine göre Tablo 6.19 oluşturulmuştur. Bu tabloya göre \tilde{y} değerleri 5 yıllık en büyük ve en küçük hata adetlerini, x ayları sembolize ederken buna bağlı ay bazlı nütrosifik tahmin edilen değerler \tilde{y} ile gösterilmiştir.

Tablo 6. 19. Klemplere Ait Hatalı Ürün Tahmini

Ay/Yıl	\tilde{y}	x	x^2	$x\tilde{y}$	\tilde{y}^2	Nötrosifik Tahmin Edilen Değer (\tilde{y})
1	(30,970 ; 78,061)	1	1	(30,970 ; 78,061)	(959,146 ; 6093,576)	(2,436 ; 59,253)
2	(31,078 ; 60,009)	2	4	(62,156 ; 120,018)	(965,830 ; 3601,061)	(26,893 ; 58,398)
3	(23,734 ; 47,110)	3	9	(71,201 ; 141,330)	(563,2832 ; 219,366)	(26,349 ; 57,544)
4	(29,262 ; 40,143)	4	16	(117,047 ; 160,574)	(856,252 ; 1611,500)	(25,805 ; 56,690)
5	(17,450 ; 48,178)	5	25	(87,249 ; 240,891)	(304,499 ; 2321,137)	(25,261 ; 55,836)
6	(17,147 ; 42,689)	6	36	(102,882 ; 256,133)	(294,022 ; 1822,340)	(24,718 ; 54,981)
7	(12,910 ; 33,789)	7	49	(90,373 ; 236,525)	(166,679 ; 1141,714)	(24,174 ; 54,127)
8	(43,321 ; 123,967)	8	64	(346,567 ; 991,736)	(1876,701 ; 15367,803)	(23,630 ; 53,273)
9	(21,714 ; 46,593)	9	81	(195,427 ; 419,340)	(471,501 ; 2170,939)	(23,087 ; 52,419)
10	(18,978 ; 39,182)	10	100	(189,784 ; 391,821)	(360,178 ; 1535,234)	(22,543 ; 51,564)
11	(26,067 ; 42,491)	11	121	(286,737 ; 467,401)	(679,487 ; 1805,487)	(21,999 ; 50,710)
12	(20,719 ; 52,436)	12	144	(248,629 ; 629,235)	(429,281 ; 2749,562)	(21,455 ; 49,856)
	$\Sigma\tilde{y}$	Σx	Σx^2	$\Sigma x\tilde{y}$	$\Sigma\tilde{y}^2$	
Toplam	(293,350;654,650)	78	650	(1829,002;4133,065)	(86054,237;428566,352)	

$$(x\tilde{y})_1 = (30,970 * 1); (78,061 * 1) = (30,970; 78,061)$$

$$(x\tilde{y})_2 = (31,078 * 2); (60,009 * 2) = (62,156; 120,018)$$

$$(x\tilde{y})_3 = (23,734 * 3); (47,110 * 3) = (71,201; 141,330)$$

.....

$$(x\tilde{y})_{12} = (20,719 * 12); (52,436 * 12) = (248,629; 629,235)$$

Buradan;

$$\sum x\tilde{y} = (30,970; 78,061) + (62,156; 120,018) + \dots + (248,629; 629,235) =$$

$$((30,970 + 62,156 + \dots + 1513,241); (78,061 + 120,018 + \dots + 629,235)) =$$

$$(1829,002; 4133,065)$$

$$\tilde{y}_1^2 = (30,970; 78,061) * (30,970; 78,061) = (959,146; 6093,576)$$

$$\tilde{y}_2^2 = (31,078; 60,009) * (31,078; 60,009) = (965,830; 3601,061)$$

$$\tilde{y}_3^2 = (23,734; 47,110) * (23,734; 47,110) = (563,283; 2219,366)$$

.....

$$\tilde{y}_{12}^2 = (20,719; 52,436) * (20,719; 52,436) = (429,281; 2749,562)$$

Buradan;

$$\sum \tilde{y}^2 = (959,146; 6093,576) + (965,830; 3601,061) + \dots + (429,281; 2749,562) =$$

$$((959,146 + 965,830 + \dots + 429,281); (6093,576 + 3601,061 + \dots + 2749,562)) =$$

$$(86054,237; 428566,352)$$

$$\tilde{b} = \frac{(1829,002; 4133,065) - \left(\frac{(78; 78) * (293,350; 654,650)}{12} \right)}{650 - \left(\frac{78^2}{12} \right)}$$

$$\tilde{b} = (-0,544 ; -0,854)$$

$\tilde{y} = \frac{\sum \tilde{y}}{12}$ ve $\bar{x} = \frac{\sum x}{12}$ denklemleri ile x'in ve y'nin ortalamaları bulunur.

$$\bar{x} = \frac{78}{12} = 6,5 \quad \text{ve} \quad \tilde{y} = \frac{(293,350; 654,650)}{12} = (24,446 ; 54,554)$$

$$\tilde{a} = (24,446 ; 54,554) - [(-0,544 ; -0,854) * 6,5] = (27,980 ; 60,107)$$

Klemler için nütrosifik regresyon modeli (6.8)'de verilmiştir.:

$$\tilde{y}_i = (27,980 ; 60,107) + \{(-0,544 ; -0,854) * x_i\} \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (6.8)$$

$$\tilde{y}_1 = (27,980 ; 60,107) + [(-0,544 ; -0,854) * x_1(1; 1)] = (27,436; 59,253)$$

$$\tilde{y}_2 = (27,980 ; 60,107) + [(-0,544 ; -0,854) * x_2(2; 2)] = (26,893; 58,398)$$

$$\tilde{y}_3 = (27,980 ; 60,107) + [(-0,544 ; -0,854) * x_3(3; 3)] = (26,349; 57,544)$$

.....

$$\tilde{y}_{12} = (27,980 ; 60,107) + [(-0,544 ; -0,854) * x_{12}(12; 12) = (21,455; 49,856)$$

Klemlere ilişkin hatalı ürün oranlarının nütrosifik kümeleri elde edilmiştir. Bağımsız değişken aylar, bağımlı değişken nütrosifik hatalı ürün oranları olarak alınarak nütrosifik regresyon ile tahmini hatalı ürün oranları Denklem (5.9) kullanılarak bulunmuş ve Tablo 6.20'de verilmiştir.

Tablo 6. 20. Klemler İçin Nütrosifik Tahmini Hatalı Ürün Oranları

Nütrosifik Gözlem Numarası	Nütrosifik Hatalı Ürün Oranı (\tilde{y})	Tahmini Nütrosifik Hatalı Ürün Oranı (\tilde{y})	Nütrosifik Artıklar
1	(30,970 ; 78,061)	(27,436 ; 59,253)	(3,534 ; 18,809)
2	(31,078 ; 60,009)	(26,893 ; 58,398)	(4,185 ; 1,611)
3	(23,734 ; 47,110)	(26,349 ; 57,544)	(-2,615 ; -10,434)
4	(29,262 ; 40,143)	(25,805 ; 56,690)	(3,457 ; -16,546)
5	(17,450 ; 48,178)	(25,261 ; 55,836)	(-7,812 ; -7,657)
6	(17,147 ; 42,689)	(24,718 ; 54,981)	(-7,571 ; -12,292)
7	(12,910 ; 33,789)	(24,174 ; 54,127)	(-11,264 ; -20,338)
8	(43,321 ; 123,967)	(23,630 ; 53,273)	(19,691 ; 70,694)
9	(21,714 ; 46,593)	(23,087 ; 52,419)	(-1,372 ; -5,825)
10	(18,978 ; 39,182)	(22,543 ; 51,564)	(-3,564 ; -12,382)
11	(26,067 ; 42,491)	(21,999 ; 50,710)	(4,068 ; -8,219)
12	(20,719 ; 52,436)	(21,455 ; 49,856)	(-0,736 ; 2,581)

Denklem (6.2)'ye göre; bir sonraki aya (n=13 için) ait tahmini hatalı ürün oranı (20,912 49,001) olarak elde edilebilir.

Arter ven setlerinin altı alt ürününe ait nütrosifik hatalı ürün oranları ve tahmini nütrosifik hatalı ürün oranları Tablo 6.21 ve Tablo 6.22 ile verilmiştir. Bunlara ait regresyon modelleri sırasıyla aşağıdaki gibi bulunmuştur. 6 adet alt ürüne ilişkin oluşturulan nütrosifik regresyon modelleri aşağıda verilmiştir.

Hasta bağlantıları için nütrosifik regresyon modeli

$$\tilde{y}_{i1} = (38,25 ; 107,940) + \{(-1,182 ; 1,210) * x_i\} \quad i = 1,2, \dots, n$$

Arter veya ven İzolatörü için nütrosifik regresyon modeli

$$\tilde{y}_{i2} = (22,955 ; 61,885) + \{(0,004 ; 4,217) * x_i\} \quad i = 1,2, \dots, n$$

Heparin hattı için nütrosifik regresyon modeli

$$\tilde{y}_{i3} = (20,924 ; 219,716) + \{(-0,628 ; -12,2628) * x_i\} \quad i = 1,2, \dots, n$$

Enjeksiyon portu için ntrosofik regresyon modeli

$$\tilde{y}_{i4} = (23,880 ; 68,038) + \{(1,148 ; 1,630) * x_i\} \quad i = 1,2,\dots,n$$

Ven kan haznesi için ntrosofik regresyon modeli

$$\tilde{y}_{i5} = (50,731 ; 397,023) + \{(8,943 ; -16,444) * x_i\} \quad i = 1,2,\dots,n$$

Klemler için ntrosofik regresyon modeli

$$\tilde{y}_{i6} = (27,980 ; 60,107) + \{(-0,544 ; -0,854) * x_i\} \quad i = 1,2,\dots,n$$

Tablo 6. 21. Arter Ven Setlerinin Altı Alt Ürününe Ait Nötrosifik Hatalı Ürün Oranları ve Tahmini Nötrosifik Hatalı Ürün Oranları

Aylar	Hasta Bağlantıları	Nötrosifik Tahmin Edilen Değer	Arter Veya Ven İzolatörü	Nötrosifik Tahmin Edilen Değer	Heparin Hattı	Nötrosifik Tahmin Edilen Değer
1	(26,962 ; 95,403)	(37,069 ; 109,150)	(14,136 ; 43,016)	(22,958 ; 66,102)	(15,492 ; 188,755)	(20,296 ; 207,453)
2	(53,755 ; 95,897)	(35,887 ; 110,360)	(23,151 ; 65,826)	(22,962 ; 70,319)	(16,491 ; 409,406)	(19,668 ; 195,190)
3	(40,309 ; 77,100)	(34,705 ; 111,570)	(25,648 ; 60,249)	(22,966 ; 74,536)	(18.238,46.487)	(19,041 ; 182,928)
4	(24,028 ; 121,578)	(33,522 ; 112,780)	(23,289 ; 62,832)	(22,969 ; 78,753)	(22,832 ; 91,274)	(18,413 ; 170,665)
5	(18,625 ; 162,109)	(32,340 ; 113,990)	(23,581 ; 58,215)	(22,973 ; 82,970)	(17,316 ; 43,517)	(17,785 ; 158,402)
6	(31,909 ; 144,877)	(31,158 ; 115,200)	(26,209 ; 57,034)	(22,977 ; 87,187)	(29,800 ; 173 ,515)	(17,157 ; 146,139)
7	(26,560 ; 99,248)	(29,976 ; 116,410)	(24,997 ; 46,710)	(22,980 ; 91,404)	(22,478 ; 67,996)	(16,529 ; 133,877)
8	(42,614 ; 113,435)	(28,794 ; 117,619)	(35,382 ; 458,327)	(22,984 ; 95,621)	(21,310 ; 416,435)	(15,901 ; 121,614)
9	(25,919 ; 147,911)	(27,612 ; 118,829)	(20,715 ; 46,092)	(22,988 ; 99,838)	(0,000 ; 23,866)	(15,274 ; 109,351)
10	(36,877 ; 130,403)	(26,430 ; 120,039)	(21,136 ; 48,249)	(22,992 ; 104,055)	(3,763 ; 95,010)	(14,646 ; 97,088)
11	(20,734 ; 136,610)	(25,247 ; 121,249)	(18,665 ; 62,783)	(22,995 ; 108,272)	(14,148 ; 62,116)	(14,018 ; 84,825)
12	(18,513 ; 65,084)	(24,065 ; 122,459)	(18,835 ; 62,210)	(22,999 ; 112,489)	(20,250 ; 61,719)	(13,390 ; 72,563)

Tablo 6. 22. Arter Ven Setlerinin Altı Alt Ürününe Ait Nötrosolik Hatalı Ürün Oranları ve Tahmini Nötrosolik Hatalı Ürün Oranları (Devam)

Aylar	Enjeksiyon Portu	Nötrosolik Tahmin Edilen Değer	Ven Kan Haznesi	Nötrosolik Tahmin Edilen Değer	Klemler	Nötrosolik Tahmin Edilen Değer
1	(24,967 ; 69,509)	(25,028 ; 69,668)	(24,751 ; 499,194)	(59,674 ; 380,579)	(30,970 ; 78,061)	(27,436 ; 59,253)
2	(21,567 ; 79,090)	(26,176 ; 71,298)	(39,417 ; 320,513)	(69,617 ; 64,135)	(31,078 ; 60,009)	(26,893 ; 58,398)
3	(30,320 ; 86,527)	(27,325 ; 72,928)	(115,385 ; 253,036)	(77,559 ; 347,691)	(23,734 ; 47,110)	(26,349 ; 57,544)
4	(23,672 ; 60,956)	(28,473 ; 74,558)	(141,924 ; 346,500)	(86,502 ; 331,247)	(29,262 ; 40,143)	(25,805 ; 56,690)
5	(20,507 ; 44,575)	(29,621 ; 76,188)	(38,462 ; 346,500)	(95,445 ; 314,803)	(17,450 ; 48,178)	(25,261 ; 55,836)
6	(26,780 ; 65,785)	(30,769 ; 77,818)	(122,229 ; 224,921)	(104,388 ; 298,359)	(17,147 ; 42,689)	(24,718 ; 54,981)
7	(33,371 ; 53,780)	(31,917 ; 79,448)	(147,145 ; 273,748)	(113,330 ; 281,915)	(12,910 ; 33,789)	(24,174 ; 54,127)
8	(86,360 ; 197,829)	(33,065 ; 81,078)	(137,363 ; 288,462)	(122,273 ; 265,471)	(43,321 ; 123,967)	(23,630 ; 53,273)
9	(15,996 ; 50,471)	(34,214 ; 82,708)	(125,581 ; 268,336)	(131,216 ; 249,027)	(21,714 ; 46,593)	(23,087 ; 52,419)
10	(36,702 ; 70,529)	(35,362 ; 84,338)	(113,122 ; 224,048)	(140,158 ; 232,582)	(18,978 ; 39,182)	(22,543 ; 51,564)
11	(13,984 ; 75,361)	(36,510 ; 85,969)	(174,825 ; 204,221)	(149,101 ; 216,138)	(26,067 ; 42,491)	(21,999 ; 50,710)
12	(41,893 ; 89,185)	(37,658 ; 87,599)	(126,103 ; 232,162)	(158,044 ; 199,694)	(20,719 ; 52,436)	(21,455 ; 49,856)

2015-2019 arası verilen 5 yıllık verilere göre bir sonraki ay olan 2020 yılının ilk ayına ait tahmini hatalı ürün oranları Tablo 6.23’de verilmiştir.

Tablo 6. 23. 2020/1 İçin Tahmini Hatalı Ürün Oranları

Alt Ürünler	2020/1
Hasta bağlantıları	(22,882 ; 123,670)
Arter veya ven İzolatörü	(23,002 ; 116,706)
Heparin hattı	(12,762 ; 60,300)
Enjeksiyon portu	(38,806 ; 89,229)
Ven kan haznesi	(166,987 ; 183,250)
Klemler	(20,912 ; 49,001)

7. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Günümüzün yaygın ve tedavi gerektiren hastalıklarından biri olan böbrek yetmezliği için uygulanan hemodiyaliz yöntemi diyaliz devresi denilen cihaz içerisinde tamamlanan devre ve kan devresi olarak bilinen arter-ven setlerinin kullanıldığı devre olarak iki aşamadan oluşur. Hemodiyaliz sırasında, tek kullanımlık üretilen arter-ven setleri hastaya bağlanır. Bu setler sayesinde hastanın kanı diyalizöre ve hemodiyaliz cihazına gider, daha sonrasında temizlenen kan tekrar hastaya verilir. Çalışma kapsamında arter ven setlerinin alt ürünleri olan hasta bağlantıları, arter ve ven izolatörleri, heparin hattı, enjeksiyon portu, ven kan haznesi ve klemplerin üretiminde gözlenen hatalı ürün miktarları ele alınmıştır.

Bilginin eksik veya yetersiz olduğu durumlarda eldeki verinin istatistiksel karakteristiklerini hesaplamak her zaman mümkün olmayabilir. Bu durumda bunları yaklaşık olarak hesaplamak aralıklar olarak tanımlama veya tam değerleri sağlayamayız, ancak bunları yaklaşık olarak hesaplamamız gerekik veya kümeler halinde göstermek iyi bir yaklaşım olabilir. Bu yaklaşımlar bizi bulanık teori ve onun uzantılarına götürür. Nötrosifik teoride bu yaklaşımlardan biri olup tahmini değerlerin elde edilmesi için kullanılabilir yaklaşımlardan biri olarak nötrosifik regresyon modelleri önerilebilir.

Bu çalışmada, diyaliz ürünleri üreten global çaplı medikal bir firmanın ürettiği ürünlerin başında gelen arter-ven setleri ve bunların altürünlerine ait hatalı ürün oranlarına ilişkin 5 yıllık verileri baz alınarak geleceğe yönelik tahminler yapmak için nötrosifik regresyon modelleri oluşturulmuştur. Bu modeller hatalı ürün oranlarının sonraki dönemler için nötrosifik tahmini değerlerini vererek üreticiye bir öngörü sağlayacaktır. Üretici bu sayede hangi ürünlerde hangi oranlarda hatalı üretim gerçekleştirdiğini görebilecek ve bu yönde iyileştirmeler yapabilecektir. Bu durum verimlilik artışı sağlayacak, maliyetlerde azalmalara neden olacak ve müşteri memnuniyetini arttıracaktır.

Bu çalışmada belirsizlik içeren veri setleri için tahmin modellerinin oluşturulması amacıyla diyaliz için kullanılan ürünlerden olan arter-ven setlerine ve onun alt ürünlerine ait nötrosifik tahmini regresyon modelleri oluşturulmuş ve nötrosifik tahminler yapılmıştır. Bu yönüyle yeni bir çalışma olup literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir. İleriki çalışmalarda bulanık yöntemlerin farklı uzantıları kullanılarak farklı bulanık tahmini regresyon modelleri kurularak bu modellerle karşılaştırılabilir. Bu metot farklı ürün grupları için de eksik bilgi içeren durumlarda zamana bağlı veya başka bağımsız değişkenlerle tahmini modeller oluşturulmasına olanak sağlayabilir. Belirsizlik ortamında

geliştirilecek olan bu yöntem sayesinde benzer firmalarda da kullanılabilir farklı bir metodoloji literatüre sunulmuştur.

Üretim yapan firmaların kalite sürecinde, ürün planlaması yapması gerekmektedir. Bu planlama ürünün tasarımından başlayan ve müşteriye devamlı mutlu etmeye odaklı devam eden bir süreçtir. Bu süreçte özellikle yüklü miktarda üretim yapan firmaların stok yönetimini göz ardı etmemesi oldukça önemlidir. Stok yönetimi, maliyet planlaması, ürün satışı, hammadde satın almada büyük rol oynamaktadır. Yapılan satışa göre üretim devamlılığı sağlanır. Bu aşamada, üretim sonrası öngörülemeyen hatalı ürün miktarı, firmayı zora sokabilir ve müşteri memnuniyetini etkileyebilir. Üretimde yapılan iyileştirmeler sonrasında öngörülemeyen nedenlerden oluşacak bu hatalı ürünlerin tahmin edilmesi stok yönetimi açısından oldukça önemlidir. Bu çalışma, üretim yapan firmaların gelecek aylara yönelik hatalı ürün tahminleri yapabilmesine olanak sağlar. Bu sayede satış yapılan ürünler için ürün stoğunun planlanması ve müşteri memnuniyetinin devamlılığı sağlanır.

Üretim sonrası kalite kontrol süreçlerinde hatalı ürünlerin ayıklanması müşteri memnuniyetinin devamlılığını sağlayacaktır fakat firmaya fazladan maliyet oluşturacaktır. Bu yüzden firmaların alt ürün adetlerini bilmeleri maliyet planlaması yapılması açısından da oldukça önemlidir. Bu çalışma ile tahmini hatalı alt ürün modellemeleri oluşturulmuştur. Bu sayede firmaların geleceğe yönelik planlama ve maliyet çalışmaları yapmasına, verimliliğini arttırmasına ve ürün kalitelerini belli bir standarda getirmesine katkı sağlayacaktır. Benzer üretim yapan firmalarda da kalitenin devamlılığına istinaden kullanılabilir ve uygun bir örnek teşkil etmesi açısından da literatüre katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] Depner TA. Prescribing hemodialysis: a guide to urea modeling, *Boston: Kluwer Academic*, 1991, ISBN 978-1-4613-1509-4.
- [2] Tomás I., Marinho J.S., Limeres J., Santos M.J., Araújo L., Diz P. Changes in salivary composition in patients with renal failure, *Arch Oral Biol* vol.53, no.6, pp.528–532, 2008, doi: 10.1016/j.archoralbio.2008.01.006.
- [3] Van Der Merwe D. A., Wilt M. J., Hemodialysis System and Methods , *United States Patent Application Publication*, 2013.
- [4] MISRA M., The basics of hemodialysis equipment, 2005, http://www.frankshospitalworkshop.com/equipment/documents/dialysis_units/equipment/The%20Basics%20of%20Hemodialysis%20Equipment.pdf
- [5] Smarandache F., Introduction to Neutrosophic Statistics, *Sitech&Education Publishing*, 2014, doi: 10.5281/zenodo.8840.
- [6] J. Himmelfarb, T. Alp Ikizler, Hemodialysis, *The New England Journal Of Medicine*, vol.363, no.19, pp.1833-1845, 2010, doi: 10.1056/NEJMra0902710.
- [7] Kim W. Hemodialysis Procedure and Prescription, *The Essentials of Clinical Dialysis*, 2017, ISBN 978-981-10-1100-9.
- [8] Wong B., Ravani P., Oliver M. J., Holroyd-Leduc J., Venturato L., Garg A. X., Quinn R.R., Comparison of Patient Survival Between Hemodialysis and Peritoneal Dialysis Among Patients Eligible for Both Modalities, *American Journal Of Kidney Diseases*, vol.71, no.3, pp.344-351, 2017, doi: 10.1053/j.ajkd.2017.08.028.
- [9] Türkiye’de, Nefroloji-Diyaliz ve Transplantasyon. Registry 2019, *Ankara:Miki Matbaacılık San. ve Tic. Ltd. Şti. (Türk Nefroloji Derneği Yayınları)*, 2020, https://www.nefroloji.org.tr/folders/file/registry_2019.pdf

- [10] Davenport A., New Dialysis Technology And Biocompatible. Scientific Aspects of Dialysis Therapy: JSDT/ISBP, *Anniversary Edition* vol.189, pp.130-136, 2017, doi: 10.1159/000450739.
- [11] Kousoula G., Lagou L. , Lena M. , Alikari V. , Theofilou P., Polikandrioti M., Quality Of Life In Hemodialysis Patients, *Mater Sociomed*, vol.27, no.5, pp.305–309, 2015, doi: 10.5455/msm.2015.27.305-309.
- [12] Tanaka S., Asai H., Uegima K., Linear regression analysis with fuzzy model, *Journal of Data Analysis and Information Processing*, vol.4, no.2, pp. 903-907, 1982, doi:10.1109/TSMC.1982.4308925.
- [13] Kacprzyk J., Fedrizzi M., K. T. Atanassov, Fuzzy regression analysis. Heidelberg: Physica-Verlag, , Intuitionistic fuzzy sets, Central, Warsaw: *Omnitech Press*, no.8, pp.279, 1992.
- [14] Smarandache F., Introduction to Neutrosophic Measure, Neutrosophic Probability, *Sitech&Education Publishing*, 201, doi: 10.5281/zenodo.8843.
- [15] Smarandache F., An Introduction to Neutrosophy, Neutrosophic Logic, Neutrosophic Set, and Neutrosophic Probability and Statistics, *Neutrosophic Conference*, 2001.
- [16] Abdel-Basset M., Chang V., Mohamed M., Smarandache F., A Refined Approach for Forecasting Based on Neutrosophic Time Series, *Symmetry Journal*, vol.11, no.4, pp.457, 2019, doi: 10.3390/sym11040457.
- [17] Al-Omeri W., Jafari S., On Generalized Closed Sets and Generalized Pre-Closed Sets in Neutrosophic Topological Spaces, *Symmetry Journal*, vol.7, no.1, pp.1-12, 2017, doi: 10.3390/math7010001.
- [18] Khan M.Z., Khan M.F., Aslam M., Mughal A.R., Design of Fuzzy Sampling Plan Using the Birnbaum-Saunders Distribution, *Symmetry Journal*, vol.7, no.1, pp.9, 2018, doi: 10.3390/math7010009.

- [19] Bakbak D., Uluçay V., Sahin M., Neutrosophic Soft Expert Multiset and Their Application to Multiple Criteria Decision Making, *Symmetry Journal*, vol.7, no.1, pp.50, 2018, doi: 10.3390/math7010050.
- [20] Sahin M., Olgun N., Ulucay V., Kargin A., Smarandache F., A New Similarity Measure Based on Falsity Value between Single Valued Neutrosophic Sets Based on the Centroid Points of Transformed Single Valued Neutrosophic Numbers with Applications to Pattern Recognition. *Infinite Study*, vol.15, no.6, pp.31, 2017.
- [21] Alhazaymeh K., Gulistan M., Khan M., Kadry S., Neutrosophic Cubic Einstein Hybrid Geometric Aggregation Operators with Application in Prioritization Using Multiple Attribute Decision-Making Method, *Symmetry Journal*, vol.7, no.4, pp.346, 2019, doi: 10.3390/math7040346.
- [22] Kandasamy V., Kandasamy I., Smarandache F., Semi-Idempotents in Neutrosophic Rings, *Symmetry Journal*, vol.7, no.4, pp.507, 2019, doi: 10.3390/math7060507
- [23] Kandasamy V., Kandasamy I., Smarandache F., Neutrosophic Triplets in Neutrosophic Rings, *Symmetry Journal*, vol.7, no.6, pp.563, 2019, doi: 10.3390/math7060563.
- [24] Aslam M., Albassam M., Presenting post hoc multiple comparison tests under neutrosophic statistics, *Journal of King Saud University Science*, vol.32, no.6, pp.2728-2732, 2020, doi: 10.1016/j.jksus.2020.06.008.
- [25] Kandasamy V., Kandasamy I., Smarandache F., Neutrosophic Quadruple Vector Spaces and Their Properties, *Symmetry Journal*, vol.7, no.8, pp.758, 2019, doi: 10.3390/math7080758.
- [26] Aslam M., Jeyadurga P., Balamurali S., AL-Marshadi A.H., Time-Truncated Group Plan under a Weibull Distribution based on Neutrosophic Statistics, *Symmetry Journal*, vol.7, no.10, pp.905, 2019, doi: 10.3390/math7100905.

- [27] Aslam M., Khan N., AL-Marshadi A.H., A New X-Bar Control Chart for Using Neutrosophic Exponentially Weighted Moving Average, *Symmetry Journal*, vol.7, no.10, pp.957, 2019, doi: 10.3390/math7100957.
- [28] Bolos M. L., Bradea L. A., Delcea C., Neutrosophic Portfolios of Financial Assets. Minimizing the Risk of Neutrosophic Portfolios, *Symmetry Journal*, vol.7, no.11, pp.1046, 2019, doi: 10.3390/math7111046.
- [29] Smarandache F., Victor Christianto Neutrosophic Regression and Possible Nonlinearity of Hubble Law: Some Preliminary Remarks, *Pons Editions Brussels, Belgium*, 2017.
- [30] Locatelli F., Manzoni C., Di Filippo S. The importance of convective transport, *Kidney Int Suppl*, vol.61, no.80, pp.115-20, 2002, doi: 10.1046/j.1523-1755.61.s80.21.x.
- [31] Malhotra K.K. Nephrology. In: *Shah SN, editor. API Textbook of Medicine. 7th ed. Mumbai: The Association of Physicians of India*, pp.699, 2003.
- [32] Jha V., Parameswaran S., Community-acquired acute kidney injury in tropical countries. *Nat. Rev.Nephrol*, vol.9, no.5, pp.278–90, 2013, doi: 10.1038/nrneph.2013.36.
- [33] Chawla L.S., Eggers PW., Star R.A., Kimmel P.L.. Acute kidney injury and chronic kidney disease as interconnected syndromes. *N. Engl. J. Med.*, vol.371, no.1, pp.58–66, 2014, doi: 10.1056/NEJMra1214243.
- [34] Ishani A., Xue J.L., Himmelfarb J., et al. Acute kidney injury increases risk of ESRD among elderly, *J. Am. Soc. Nephrol*, vol.20, no.1, pp.223–228, 2009, doi: 10.1681/ASN.2007080837.
- [35] Coca S.G., Singanamala S., Parikh C.R. Chronic kidney disease after acute kidney injury: a systematic review and meta-analysis, *Kidney Int*. vol.81, no.5, pp.442–448, 2012, doi: 10.1038/ki.2011.379.
- [36] Dialysis systems, components, and methods, United States Patent Sep. 25, 2018.

- [37] Dialysis bloodline set and method of use, United States Patent Jul 10, 2018.
- [38] Man N.K., Funck-Brentano J.L., *Dialyzers and water treatment in Therapy of Renal Diseases and Related Disorders*, edited by Suki WN, Massry SG, Boston, Martinus Nijhoff Publishers, pp.545, 1984, doi: 10.1007/978-1-4613-3807-9
- [39] Comty C.M., Shapiro F.L., Pretreatment and preparation of city water for hemodialysis in Replacement of Renal Function by Dialysis, edited by Drukker W, Parsons FM, Maher JF, Martinus Nijhoff Publishers, pp.155, 1986.
- [40] Thomas L, Independent and dependent Variables, Scribbr, 2020. <https://www.scribbr.com/methodology/independent-and-dependent-variables/>
- [41] Connolly C., The Use of Multiple Regression Analysis in Employment Discrimination Cases, *Population Res. and Pol. Rev.* Finkelstein, vol.46, no.4, pp.284, 1991.
- [42] Kemmer G., Keller S., Nonlinear least-squares data fitting in Excel spreadsheet, *Nature Protocols*, vol.5, no.2, s.267-281, 2010, doi: 10.1038/nprot.2009.182.
- [43] Sykes A.O., An Introduction to Regression Analysis, *Coase-Sandor Institute for Law & Economics Working*, pp.20, 1993.
- [44] Smarandache F., Neutrosophy: Neutrosophic Probability, Set, and Logic, *American Research Press, Rehoboth, USA*, 105s., 1998, ISBN 978-1-59973-080-6.
- [45] Eksioglu, K. M., Imprecision, Uncertainty & Vagueness: a reply (from his Ph. D. Dissertation), 1999. <http://www.dbai.tuwien.ac.at/marchives/fuzzy-mail99/0819.html>
- [46] Dr. Khoshnevisan M., A Short Note on Financial Data Set Detection using Neutrosophic Probability, *First International Conference on Neutrosophy, Neutrosophic Logic, Set, Probability and Statistics*, pp.75, 2001.

[47] Zadeh L., Fuzzy Sets, *Information and Control*, Marcel Dekker Inc., vol. 8, pp.338-353, 1965, doi: 10.1142/9789814261302_0021.

[48] Atanassov K., Intuitionistic Fuzzy Sets, *Fuzzy Sets and Systems*, vol.20, no.1, pp.87-96, 1986.

[49] Kıvrak E., Lojistik Faaliyetlerde Dış Kaynak Kullanımının Analitik Ağ Süreci Ve Nötrosifik Kümeler İle Değerlendirilmesi , Ph.D., Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 146s. 2020.

[50] Smarandache F., Neutrosophic Set is a Generalization of Intuitionistic Fuzzy Set, Inconsistent Intuitionistic Fuzzy Set (Picture Fuzzy Set, Ternary Fuzzy Set), Pythagorean Fuzzy Set, Spherical Fuzzy Set, and q-Rung Orthopair Fuzzy Set, while Neutrosophication is a Generalization of Regret Theory, Grey System Theory, and Three-Ways Decision (revisited), *New Theory of Journal*, vol.29, no.1, pp.31, 2019.

[51] Aslam M., Albassam M., Application of Neutrosophic Logic to Evaluate Correlation between Prostate Cancer Mortality and Dietary Fat Assumption, *Symmetry Journal*, vol.11, no.3, pp.330, 2019, doi: 10.3390/sym11030330.