

T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
ÇOCUK SAĞLIĞI VE HASTALIKLARI ANABİLİM DALI

YENİDOĞAN YOĞUN BAKIM ÜNİTESİNDE SANTRAL
KATETER UYGULAMALARININ RETROSPEKTİF
İNCELENMESİ

UZMANLIK TEZİ
Dr. ELİF GÖKÇE ÜNAL

TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. İBRAHİM MURAT HİRFANOĞLU

ANKARA

OCAK 2023

T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
ÇOCUK SAĞLIĞI VE HASTALIKLARI ANABİLİM DALI

YENİDOĞAN YOĞUN BAKIM ÜNİTESİNDE SANTRAL
KATETER UYGULAMALARININ RETROSPEKTİF
İNCELENMESİ

UZMANLIK TEZİ
Dr. ELİF GÖKÇE ÜNAL

TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. İBRAHİM MURAT HİRFANOĞLU

ANKARA

OCAK 2023

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim süresince bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı Başkanımız değerli hocam Prof. Dr. Aysun BİDECİ başta olmak üzere tüm hocalarıma,

Yanında çalışmaktan onur duyduğum, tez çalışmamın planlanması, yönlendirilmesi ve hazırlanmasında katkı, emek ve sabrından dolayı danışman hocam Prof. Dr. İbrahim Murat HİRFANOĞLU'na,

Birlikte çalışmaktan büyük mutluluk ve keyif aldığım tüm uzman, asistan, hemşire ve intörn arkadaşlarıma,

İstatistik konularındaki engin bilgileriyle tezime bulunduğu katkının yanı sıra mükemmel arkadaşlığı ile bana her zaman destek olan canım Ece IŞIK POLAT'a,

Hayat tecrübesi ve entellektüel birikimiyle beni hep daha iyisi için cesaretlendiren, sohbetlerinden her daim büyük keyif aldığım sevgili Wendy HOWELLS'a,

İlgisi, sevgisi ve şefkati ile sahip olmak istediğim abla sıcaklığını dünyanın öbür ucunda yaşasa bile bana her zaman hissettiren canım manevi ablam Kathlyn GEIA'ya,

Hayatımın her döneminde yolumu aydınlatan, bugünlere gelmemde çok büyük emekleri olan, hayattaki en büyük şansım sevgili annem Müjgan NURAL'a, sevgili babam Ayhan NURAL'a, benimle aynı yolda yürümeyi seçen kardeşim ve biricik meslektaşım Dr. Ezgi Günce NURAL KIRCI'ya,

Google'da "the answer to life, the universe and everything" aratıldığında çıkan cevap 42 iken, bu benim için Toyan'dır. Bu şekilde hissetmemi sağladığı sonsuz sevgisi, desteği, vizyonu ile hayata daha analitik bakmayı öğreten, birlikteyken kendimi gerçekleştirebildiğim, tanıdığım en zeki insan olan sevgili eşim ve en iyi arkadaşım Toyan ÜNAL'a,

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER.....	ii
KISALTMALAR	v
TABLolar DİZİNİ	vi
GRAFİKLER DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1 Santral Venöz Kateterizasyon	3
2.1.1 Santral Venöz Kateter Endikasyonları	4
2.1.2 Santral Venöz Kateterizasyon Kontrendikasyonları	4
2.1.3 Yenidoğanda Sık Kullanılan Santral Venöz Kateterler.....	5
2.1.4 Yenidoğanda Sık Kullanılan Santral Arteriyel Kateterler.....	26
2.2 Yapay Zeka (Artificial Intelligence)	39
2.2.1 Makine Öğrenmesi (Machine Learning)	40
3. GEREÇ VE YÖNTEM	44
3.1 Olgu Seçimi	44
3.2 Çalışma Şekli.....	44
3.3 Çalışma Planı.....	45
3.3.1 Kateter İlişkili Kan Dolaşımı Enfeksiyonu Tanı Kriterleri	47
3.3.2 Mikrobiyolojik Değerlendirme.....	47
3.4 Etik Kurul Onayı	48
3.5 İstatistiksel Değerlendirme.....	48

3.6 Makine Öğrenmesi	50
3.6.1 Veri Seti Hazırlama	50
3.6.2 Öznitelik Seçimi	54
3.6.3 Denetimli Makine Öğrenmesi Algoritmaları.....	56
3.6.4 Hiper Parametre Kestirimi.....	58
3.6.5 K-Katlamalı Çapraz Doğrulama.....	59
3.6.6 Değerlendirme Ölçütleri	61
3.6.7 Model Oluşturma Sürecinin Akış Şeması	66
4. BULGULAR	67
4.1 Hastalara Ait Demografik ve Klinik Özellikler.....	67
4.2 Santral Kateterlere Ait Özellikler	70
4.3 İstatistiksel Analizler	75
4.3.1 Periferik Yerleşimli Santral Venöz Kateter Takılı Kalma Süresine İlişkin İstatistiksel Analizler	75
4.3.2 Kateter İlişkili Kan Dolaşımı Enfeksiyonu Gelişimine İlişkin İstatistiksel Analizler	76
4.3.3 Hastanede Yatış Süresine İlişkin İstatistiksel Analizler	77
4.4 Makine Öğrenmesi Modelleri	79
4.4.1 Kateter İlişkili Kan Dolaşımı Enfeksiyonu Gelişimi Modelleri.....	79
4.4.2 Hastanede Yatış Süresi Modelleri	85
5. TARTIŞMA.....	90
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	113
7. KAYNAKLAR.....	117
8. ÖZET.....	134
9. SUMMARY	136

10. EKLER	138
10.1 Olgu Formu	138



KISALTMALAR

ADASYN	: Adaptive Synthetic Algorithm
AUC	: İşlem Karakteristik Eğrisi Altında Kalan Alan
cm	: Santimetre
ÇD	: Çapraz Doğrulama
dk	: Dakika
GA	: Güven Aralığı
HYS	: Hastanede Yatış Süresi
iMV	: İnvaziv Mekanik Ventilasyon
KİKDE	: Kateter İlişkili Kan Dolaşım Enfeksiyonu
KNS	: <i>Koagülaz negatif stafilokok</i>
kob	: Koloni Oluşturan Birim
MAE	: Ortalama Mutlak Hata
mL	: Mililitre
MRSE	: Metisilin Dirençli <i>Staphylococcus Epidermidis</i>
NSVY	: Normal Spontan Vajinal Yol
NEK	: Nekrotizan Enterokolit
NIV	: Noninvaziv Ventilasyon
PSAK	: Periferik Yerleşimli Santral Arteriyel Kateterler
PYSK	: Periferik Yerleşimli Santral Venöz Kateter
RMSE	: Kök Ortalama Kare Hata
C/S	: Sezaryen
SMOTE	: Synthetic Minority Over-sampling Technique
TPN	: Total Parenteral Nutrisyon
UAK	: Umbilikal Arteriyel Kateter
UVK	: Umbilikal Venöz Kateter
Ü	: Ünite
YYBÜ	: Yenidoğan Yoğun Bakım Ünitesi
YZ	: Yapay Zeka

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. Gestasyonel yaşı 33 haftadan küçük prematüre yenidoğanlarda damar yolu kılavuzu	6
Tablo 2. Umbilikal kateter sabitleme yöntemlerinin karşılaştırılması.....	14
Tablo 3. Periferik yerleşimli santral kateterlerin yerleştirilme tekniği	20
Tablo 4. HYS ve KİKDE gelişimi için değerlendirilen öznitelikler	55
Tablo 5. Karmaşıklık matrisi	62
Tablo 6. Kateterizasyon uygulanan hastaların demografik özellikleri	67
Tablo 7. Gestasyonel yaşa göre hasta dağılımı.....	68
Tablo 8. Doğum ağırlığına göre hasta dağılımı	68
Tablo 9. Uygulanan destek tedavilerine göre hasta dağılımı.....	69
Tablo 10. Solunum destek tedavilerine göre hasta dağılımı.....	70
Tablo 11. Santral kateterlere ait özellikler.....	71
Tablo 12. Santral kateterlere ait komplikasyonlar	72
Tablo 13. KİKDE hızları ve kateter kullanım oranlarının doğum ağırlığına göre dağılımı.....	73
Tablo 14. KİKDE hızları ve kateter kullanım oranlarının santral kateter çeşidine göre dağılımı.....	74
Tablo 15. KİKDE tanısı alan hastalarda üreyen mikroorganizmalar.....	75
Tablo 16. PYSK takılı kalma süresinde etkili risk faktörlerinin lineer regresyon analizi	76
Tablo 17. KİKDE gelişiminde etkili risk faktörlerinin lojistik regresyon analizi	77
Tablo 18. HYS'yi etkileyen risk faktörlerinin lineer regresyon analizi	78

Tablo 19. KİKDE gelişimi tahminleme modelleri ve performans ölçütleri	79
Tablo 20. KİKDE gelişimi tahminlenmesinde kullanılan eğitim setinin çapraz doğrulama performans ölçütleri	81
Tablo 21. HYS tahminleme modelleri ve performans ölçütleri.....	86
Tablo 22. HYS tahminlenmesinde kullanılan eğitim setinin çapraz doğrulama performans ölçütleri	87
Tablo 23. Çalışmalar arası KİKDE hızı karşılaştırması	97

GRAFİKLER DİZİNİ

Şekil 1. Umbilikal ven anatomisi	7
Şekil 2. Dunn normogramı	10
Şekil 3. Umbilikal ven kateterizasyonu	12
Şekil 4. Umbilikal arter anatomisi	27
Şekil 5. Dunn normogramı	30
Şekil 6. İris forsepsi ile umbilikal arterin genişletilmesi.....	32
Şekil 7. Köprüleme yöntemi ile umbilikal arteriyel kateterin sabitlenmesi	34
Şekil 8. Denetimli makine öğrenmesi işleyişi.....	41
Şekil 9. Denetimsiz makine öğrenmesi işleyişi.....	41
Şekil 10. Yarı denetimli makine öğrenmesi işleyişi.....	42
Şekil 11. Destekleyici makine öğrenmesi işleyişi.....	43
Şekil 12. Çapraz doğrulama tekniği görselleştirmesi.....	61
Şekil 13. İşlem karakteristik eğrisi ve altında kalan alan.....	64
Şekil 14. Regresyon modellerinin değerlendirilmesi	65
Şekil 15. Model oluşturma sürecinin akış şeması	66
Şekil 16. Tanılarına göre hasta dağılımı.....	69
Şekil 17. KİKDE gelişimi tahminleme modellerinin işlem karakteristik eğrileri.....	80
Şekil 18. Gradyan artırma modeli eğitim seti karmaşıklık matrisi	82
Şekil 19. Gradyan artırma modeli test seti karmaşıklık matrisi	83
Şekil 20. Gradyan artırma modeli işlem karakteristik eğri grafiği.....	83
Şekil 21. Rastgele orman modeli test seti karmaşıklık matrisi	84
Şekil 22. Rastgele orman modeli işlem karakteristik eğri grafiği	84

Şekil 23. Gradyan artırma modelinde kullanılan öznitelikler	85
Şekil 24. Ekstrem gradyan artırma modelinde kullanılan öznitelikler	88
Şekil 25. Gerçek HYS değerleri ile model tahminleri karşılaştırmalı grafiği	89



1. GİRİŞ

Son yıllarda gerçekleşen teknolojik ve bilimsel gelişmelerle birlikte yenidoğan yoğun bakım ünitesinden (YYBÜ) taburcu olan prematüre bebeklerin sayısında artış gözlenmektedir (1). Santral kateterler yoğun bakımlarda sık kullanılan bir yöntemdir ve yaşam oranlarının artmasında rolü büyüktür (2,3).

Santral kateterler arteriyel ve venöz olmak üzere iki grupta incelenebilir. Santral venöz kateterler; parenteral beslenme, yüksek konsantrasyonda intravenöz sıvı, uzun süreli antibiyotik tedavisi, venöz kan basıncı izlemi, kan değişimi, tetkik amaçlı kan örneği alınması gibi amaçlarla kullanılmaktadır. En sık tercih edilen santral venöz kateterler umbilikal venöz kateter (UVK) ve periferik yerleşimli santral venöz kateterdir (PYSK). Umbilikal arteriyel kateter (UAK) yenidoğanlarda en sık kullanılan santral arteriyel kateter olup arteriyel kan basıncı ve oksijenizasyon takibi, anjiyografi, sıvı tedavisi ve tetkik amaçlı kan almak gibi amaçlarla kullanılmaktadır.

Uygun şekilde yerleştirilen kateterler; kolay uygulanabilmesi, uzun süre kullanılabilmesi, bakım gereksiniminin az olması, invaziv girişim ihtiyacını azaltması nedenleriyle yenidoğanların stres ve ağrılı uyaran maruziyetini azaltmaktadır. Ayrıca gereksiz iş gücü kaybını önler ve maliyetin düşürülmesine katkı sağlar (1-5).

Özellikle çok düşük ağırlıklı prematüreler başta olmak üzere, ciddi hasta yenidoğanlarda sıklıkla kullanılan kateterlerin neden olduğu enfeksiyöz, mekanik ve trombotik komplikasyonlar mevcuttur. Komplikasyonların önlenmesi için

kateterizasyonu yapan ve bakımını üstlenen sağlık personellerinin bu konuda donanımlı olması gerekmektedir (2,6).

Bu alışma ile yenidoğan yoğun bakım ünitemizde kateterizasyon uygulanan hastalarda kateter ilişkili kan dolaşım enfeksiyon gelişiminin ve enfeksiyonu etkileyen faktörlerin gösterilmesi, etkenlerin dağılım profilinin ortaya konulması hedeflenmektedir. Hastaların demografik ve klinik özellikleri değerlendirilerek hastaların -YYBÜ'ye yattığı ilk 24 saat içerisinde elde edilen veriler ışığında- hastanede yatış süresi (HYS) ve kateter ilişkili kan dolaşım enfeksiyonu (KİKDE) geliştirip geliştirmeyeceğini tahminleyen model geliştirilerek bu sayede hastaların takip planının yapılabilmesi, gerekli önlemlerin alınması ve hastane maliyetlerinin azaltılması amaçlanmaktadır.

2. GENEL BİLGİLER

Santral kateterler, modern yenidoğan yoğun bakımında yaygın kullanılan bir uygulamadır (2,3). Özellikle çok düşük doğum ağırlıklı prematüreler başta olmak üzere kliniği ağır hasta yenidoğanlar; intravenöz tedavi, parenteral beslenme, kan basıncı izlemi, tetkik amaçlı kan örneği alınması amacıyla santral kateterlere ihtiyaç duyabilmektedirler (1–4).

UVK'ler tarihte ilk olarak 1947 yılında kan değişimi uygulanması amacıyla, UAK'ler ise 1959 yılında kan gazı monitörizasyonu amacıyla kullanılmıştır (5). Periferik santral venöz giriş için periferik venler 1973 yılında ilk kez kullanılmıştır ve bu teknik modifiye edilerek günümüzde kullanımı yaygın hale gelmiştir (7).

Santral kateterler, venöz kateterizasyon ve arteriyel kateterizasyon olmak üzere iki grupta incelenir.

2.1 Santral Venöz Kateterizasyon

Hasta yenidoğan bakımı üzerine yapılan çalışmalarla birlikte venöz kateterizasyon tekniklerinde gelişmeler kaydedilmiştir (6). İlk zamanlar daha çok cerrahi yöntemler kullanılırken, kateter malzeme ve boyutlarındaki teknolojik yeniliklerle birlikte periferik yerleşimli santral kateterlerin kullanımı artmıştır (6,8,9). Uygun şekilde uygulanan kateterizasyon işlemi sayesinde yenidoğanın ağırlı uyaranlara maruziyeti azaltılır. Ancak kateterizasyonu yapacak olan klinisyenin donanımlı olması gerekmektedir (2,6). Uygulama esnasında asepsi,

antisepsi kurallarına uyulması, temel sağlık bakımının verilmesi ve ağrı kontrolünün sağlanması dikkat edilmesi gerekmektedir (2).

2.1.1 Santral Venöz Kateter Endikasyonları

- Tam enteral beslenmenin mümkün olmadığı durumlarda parenteral beslenme ve sıvı desteğinin sağlanması
- Periferel yoldan verilmesi uygun olmayan ilaçların ve sıvıların güvenli kullanılabilmesi
- Santral venöz basınç monitörizasyonu, ekstra korporal membran oksijenasyonu, kardiyak kateterizasyon, hemofiltrasyon, kan değişimi gibi işlemlerin yapılabilmesi
- Periferel girişimsel yolların tükendiği durumlarda venöz giriş seğıeneği oluşturmaları
- Doğum salonunda resüsitasyon uygulanırken gerekli olan venöz erişimin hızlıca sağlanması
- Yenidoğanın uzun süre venöz giriş yoluna gereksinim duyması
- Tekrarlanan kan alımları sırasında yenidoğanın ağrılı uyaran maruziyetinin azaltılması (2–4,10)

2.1.2 Santral Venöz Kateterizasyon Kontrendikasyonları

- Girişim yerinde cilt enfeksiyonu
- Bakteriyemi
- Kontrol altına alınamamış kanama diyatezi

Belirtilen durumlarda venöz kateterizasyon kararı klinisyen tarafından değerlendirilir, kesin bir kontrendikasyon mevcut değildir.

2.1.3 Yenidoğanda Sık Kullanılan Santral Venöz Kateterler

- Umbilikal venöz kateterler
- Periferal yerleşimli santral venöz kateterler
- Cerrahi olarak yerleştirilen santral kateterler (6)

2.1.3.1 Umbilikal Venöz Kateterler

UVK'ler günümüzde özellikle çok düşük doğum ağırlıklı bebekler başta olmak üzere kritik hastalığı olan yenidoğanlarda sık uygulanan bir işlemdir. Yüksek riskli yenidoğanlarda doğumdan hemen sonra ağrısız, hızlı ve güvenilir vasküler erişim sağlarlar. Ayrıca parenteral beslenme, sıvı ve ilaç tedavisi, kan ürünlerinin verilmesi, santral venöz basıncın izlemi, tetkik amaçlı ağırlı kan örneklerinin alınmasını önleme gibi pek çok amaçla kullanılmaktadır (2–5,10).

UVK yerleştirilmesi için gestasyonel yaş, doğum ağırlığı veya hastalığın ciddiyetine göre uygun hasta seçimi kılavuzları çeşitli yazarlar tarafından önerilmiştir; fakat kanıta dayalı olmadığı için fikir birliğine varılamamıştır. Bununla birlikte kateterlerin prematüre yenidoğanlara takılması önerilmektedir (4).

Otuz üç haftadan küçük yenidoğanlarda venöz girişim önerileri Tablo 1'de gösterilmiştir (4).

Tablo 1. Gestasyonel yaşı 33 haftadan küçük prematüre yenidoğanlarda damar yolu kılavuzu

Gestasyonel Yaş	UVK	UAK	PDY*
≤ 26 hafta	Önerilir	Önerilir	-
27-28 hafta	Önerilir	Seçilmiş vakalarda önerilir ¹	-
29-33 hafta	Seçilmiş vakalar dışında kaçınılır ^{1,2}	Seçilmiş vakalarda önerilir ¹	Önerilir

*Periferik Damar Yolu

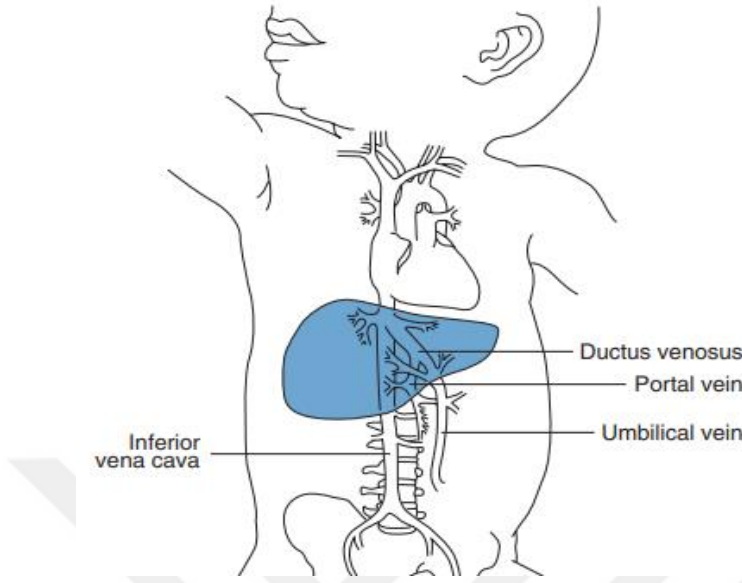
¹İnvaziv mekanik ventilasyon uygulanan veya sürekli pozitif hava yolu basıncı uygulanan hastada FiO₂ >%40 ise veya hemodinamik olarak stabil olmayıp sıvı yüklemesi ya da inotrop ihtiyacı olan hastalar

²Dört denemede periferik damar yolu açılmaması

Omfalosele, omfalite, gastroşizis, peritonit veya nekrotizan enterokolit (NEK) gibi durumlarda UVK kullanımı kontrendikedir (2).

2.1.3.1.1 Umbilikal Ven Anatomisi

Umbilikal ven, term yenidoğanlarda yaklaşık olarak 2-3 cm uzunluğunda ve 4-5 mm çapındadır. Fetal kanı, plasentadan fetusa taşımakla görevlidir. Umbilikal ven, falsiform ligaman içinde fetusun karın boşluğuna girerek yukarı ve biraz sağa doğru ilerler. Karaciğerin alt yüzü boyunca ilerler. Sağ ve sol intrahepatik portal venleri birbirine bağlayan portal sinüse katılır. Umbilikal ven buradan itibaren duktus venozus ile devamlılık göstererek karaciğerin sağ ve sol lobları arasındaki oluktan geçer ve 9.-10. torakal vertebralar düzeyinde inferior vena kavaaya açılır (11–13) (Şekil 1).



Şekil 1. Umbilikal ven anatomisi

2.1.3.1.2 Umbilikal Kateterizasyon için Ön Hazırlıklar ve Uyulması

Gereken Kurallar

Aseptik Hazırlık: Geçici patojen mikroorganizmaları ortadan kaldırıp, deri florasının baskılanması amacıyla yapılır (14). Çünkü KİKDE, kateterizasyon sonrası en sık görülen komplikasyonlardan biridir. En sık nedeni ise ciltte kalıcı flora olarak yer alan mikroorganizmalardır (Koagülaz negatif Stafilokoklar) (3,15). Bu mikroorganizmalar düşük virulansa sahiptir; ancak deri bütünlüğü bozulup kan veya dokularla temas ettiğinde hastalık oluşturabilir.

Kateterizasyon öncesi ellerdeki takılar (yüzük, saat, bileklik) çıkarılmalıdır. Eller ve ön kol dirseklere kadar antiseptik bir preparat ile iki üç dakika (dk) boyunca yıkanmalıdır. Ardından su ile iyice durulanmalıdır. Eller steril şekilde kurulandıktan sonra eldiven giyilmelidir. Steril önlük, maske, bone kateterizasyon uygulamalarında rutin olarak kullanılmalıdır.

Umbilikal bölge temizliğinde %2'lik klorheksidin veya povidon iyot kullanılabilir. Yenidoğan tiroidi üzerindeki potansiyel etkisi nedeniyle tentürdiyot kullanımı önerilmez. Göbek etrafındaki alan ve umbilikal kord %2'lik klorheksidin ile 30 saniye, povidon iyot ile 2 dakika boyunca silinir. Steril serum fizyolojik ile silinen alan temizlenerek kurulandıktan sonra sadece göbek açıkta kalacak şekilde steril örtü örtülür (10,14).

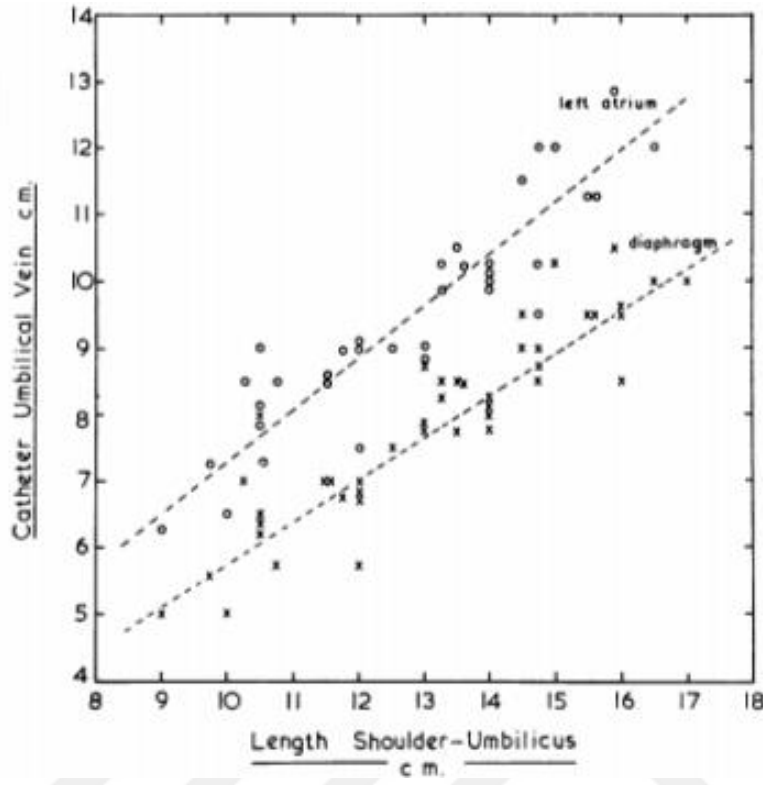
Kateter Seçimi: Silikon veya poliüretan kateterler kullanılır. Silikon kateterler yumuşak oldukları için damar duvarı perforasyonu riski düşüktür. Ancak kolay tıkanma riskleri mevcuttur. Poliüretan kateterler daha elastiktir ve tromboz gelişme riski silikon kateterlere göre daha düşüktür. Takılan kateter radyopak özellikte olmalıdır. Kateterin deliği uçta olmalıdır. Yandan delikli kateterlerde tromboz riski artmıştır. Kateterin üzerinde kaç santimetre (cm) ilerletildiğini gösteren çizgiler olmalıdır (6,10). Umbilikal venöz kateterlerin tek, çift ve üç lümenli çeşitleri mevcuttur. Tek lümenli kateterler 2,5 French (F), 3,5F ve 5F çaplarında; çift lümenli kateterler 3,5F, 5F çaplarında; üç lümenli kateterler 5F, 8F çaplarındadır. Doğum ağırlığı 3500 gramın altındaki hastalar için 3,5F kateter, 3500 gramın üstündekiler için 5F kateter önerilir. Kan değişimi veya büyük hacimli volüm replasmanında 8F kateter önerilir (2,10). Cochrane derlemesinde tek veya çift lümenli kateter tercihi ile ilgili bir öneri yapılmamıştır. Çift lümenli kateterler ek damar yolu açılma sıklığını azaltır; ancak daha küçük çaplı oldukları için tıkanma ve sızıntı yapma riskleri daha fazladır. Kateterin yerleştirilme zorluğu, tromboz, KİKDE veya mortalite açısından fark

gözlenmemiştir (15). Acil durumlarda kateter yerine beslenme sondası takılabilir; ancak tromboz riskini artırdığı için mümkün olduğunda kaçınılmalıdır (2,10).

Ağrı Yönetimi: Umbilikal kordda sinir hücreleri bulunmadığı için ağrı en az düzeydedir. Cilt hemostatla tutulmadığı ya da cilde dikiş atılması gerekmediği sürece kateterizasyon işlemi için anestezi gerekli değildir. Şekerli solüsyonlar, anne sütü, konuşma, in-utero sesleri dinletme, müzik gibi farmakolojik olmayan rahatlatma yöntemleri kullanılabilir (16,17).

Kateterin Takılma Uzunluğunun Belirlenmesi: Literatürde, umbilikal ven kateterlerinin uygun şekilde yerleştirilmesi için kullanılabilecek en etkili yöntem konusunda fikir birliği bulunmamaktadır. Bununla birlikte kateter uzunluğunu belirlemek için kabul gören farklı formüller mevcuttur. Tüm formüllerde hesaplanan değere umbilikal güdük uzunluğu ilave edilerek kateter yerleştirilir (10,18,19).

- **Dunn Formülü:** Omuz-göbek mesafesi ölçümüne dayalı geliştirilmiş bir formüldür. Bu formüle göre klavikulanın lateral ucundan çizilen yatay çizgi ile umbilikus hizasından çizilen yatay çizgi arasındaki mesafe ölçülür. Ölçülen değer, Dunn normogramına diyafragma ile sol atrium arasında kalacak şekilde yerleştirilir. Karşılık gelen mesafeye umbilikal güdük uzunluğu da eklenerek kateter yerleştirilir (20) (Şekil 2).



Şekil 2. Dunn normogramı

- **Shukla Formülü:** Doğum ağırlığının ölçümüne dayalı geliştirilmiş bir formüldür. Hastanın kilogram cinsinden doğum ağırlığı üç ile çarpılıp, dokuz ile tolandıktan sonra ikiye bölünür ve çıkan sayıya bir eklenir. Bulunan sonuca umbilikal güdük uzunluğu eklenerek kateter yerleştirilir (21).

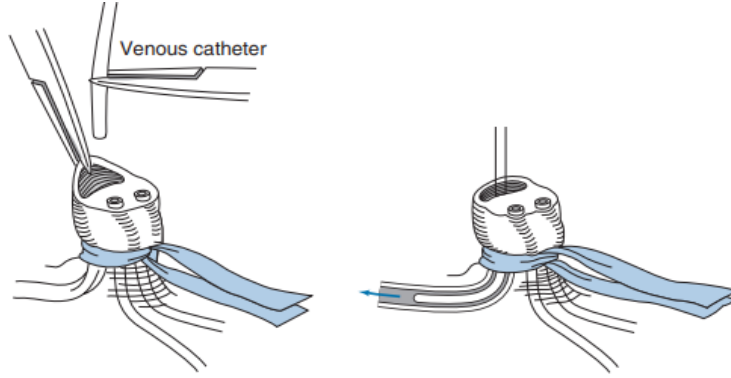
$$\frac{3 \times \text{Doğum ağırlığı (kg)} + 9}{2} + 1$$

- **Modifiye Shukla Formülü:** Shukla formülünden farklı olarak en son çıkan sayıya bir eklenmeden hesaplanan formüldür. Bulunan sonuca umbilikal güdük uzunluğu eklenerek kateter yerleştirilir (18,19).

$$\frac{3 \times \text{Doğum ağırlığı (kg)} + 9}{2}$$

2.1.3.1.3 Umbilikal Venöz Kateterizasyon İşlem

Aileden onam alıp, ön hazırlıklar gözden geçirildikten sonra kateterizasyon işlemine geçilir. İşlem süresince hasta monitörize edilip, vital takibi yapılmalıdır. Öncelikle hasta sırt üstü yatırılmalı ve her iki bacağı sarılarak hareketsiz hale gelmesi sağlanmalıdır. El temizliğinin ardından steril önlük, maske, bone ve steril eldiven giyilmelidir. Umbilikal kord ve göbek çevresi uygun antiseptik ile temizlendikten sonra sadece göbek açık kalacak şekilde steril örtü örtülmelidir. Kateter steril bir şekilde açılarak heparinli sıvı ile yıkanmalı, içinde hava kalmamasına dikkat edilmelidir. Kordun dibine kateter geçmesine engel olmayacak şekilde umbilikal şerit bağlanmalı ya da torba ağzı şeklinde dikiş atılmalıdır. Bu sayede kord kesildikten sonra oluşabilecek kanamayı önlemek amaçlanır. Umbilikal kord steril bistüri ile ciltten 1-1,5 cm yükseklikten kesilmelidir. Umbilikal ven tek, büyük ve ince duvarlıdır. Umbilikal kordda genelde periferde olacak şekilde saat 12 hizasında yerleşim gösterir. Kordun kenarı klempile yukarı doğru çekilerek sabitlenir. Umbilikal ven forseps ile açılıp dilate edilir. Lümeninde gözle görülür pıhtı varsa forseps yardımıyla çıkarılmalıdır. Ven yeterince genişletildiğinde kateter takılır (2,6,10) (Şekil 3).



Şekil 3. Umbilikal ven kateterizasyonu

Bir elle karaciğer sabitlenirken, kateter baş yönüne doğru ilerletilir. Bu sayede kateterin inferior vena kavaya girmesi kolaylaştırılır. Kateter yaklaşık 5-6 cm kadar itildikten sonra, portal sinüse girdiğinde kan gelmeye başlar. Uygun bir şekilde yerleştirilen kateter herhangi bir dirençle karşılaşmadan rahatça ilerler ve duktus venozusu da geçerek inferior vena kavaya yerleşir.

Bazen kateteri ilerletirken bir dirençle karşılaşılabılır. İstenen mesafeye ilerletilemeyebilir ya da esneme hareketiyle takılan kateter geri çıkabilir. Bazen de kanın katetere gelişi zayıf olabilir. Bu gibi durumlarda kateterin yanlış pozisyonda olduğu akla getirilmelidir. Kateter, sol veya sağ portal venlere veya dallarına, splenik veya mezenterik vene yerleşmiş olabilir (22). Kateteri doğru konumlandırmak için çeşitli yöntemler denenebilir. Kateter, 2-3 cm kadar geri çekilip döndürüldükten sonra tekrar ilerletilmeye çalışılabilir. Bir diğer yöntem, kateteri ilerletirken bir yandan sıvı verilmesidir. Bu şekilde takılması kateterin duktus venozustan geçişini kolaylaştırır. Son olarak, çift kateter tekniği kullanılabilecek başka bir yöntemdir. Bu teknik, ilk kateterin yanlış damara yerleşmesi nedeniyle ikinci kateterin zorunlu olarak duktus venozusa ilerleyeceği

esasına dayanır. Yanlış yerleşen kateter yerinde bırakılır, aynı boyda başka bir kateter aynı lümeninden içeri sokulup ilerletilir. İkinci kateterin uygun pozisyonda olduğu belirlendikten sonra ilk kateter geri çekilir. Ancak bu yöntemde perforasyon riski artmıştır (10,23).

Kateter yerleştirildikten sonra kateterin pozisyonu doğrulanmalıdır. YYBÜ’de kullanılan en yaygın yöntem ön-arka göğüs radyografisidir (13,24–27). Lateral göğüs grafisi (13), ultrasonografi (24,25,28) ve elektrokardiyografi (26,29) de önerilen yöntemler arasındadır. Kateter ucunun ideal konumu inferior vena cava ile sağ atrium bileşke yeridir. Ön-arka göğüs radyografisinde, bu bileşke diyafragma üzerinde sekizinci ve dokuzuncu vertebra arasında yerleşim gösterir (22,24,25,27,30). Ancak literatürde standart radyografinin kateterin yerini doğru bir şekilde değerlendirme yeteneğini sorgulayan çalışmalar mevcuttur (25–27,29). Bunun yanı sıra ultrasonografi ile ekokardiyografi yalnızca kateter ucunun görüntülenmesine değil, aynı zamanda kateter ucunun fizyolojik konumunun da doğrulanmasına izin verir (29). Hastaların iyonizan radyasyon maruziyetini azaltır (24). Serum fizyolojik verilerek yapılan ekokardiyografinin, kateter distal ucunun değerlendirilmesinde altın standart olması gerektiğini öneren çalışmalar vardır (29,30).

2.1.3.1.4 Umbilikal Venöz Kateterin Sabitlenmesi

Kateterin pozisyonu doğrulandıktan sonra, kateter cilde sabitlenmelidir. Dikişli sabitleme, dikişsiz sabitleme, köprüleme yöntemi ve yapıştırma yöntemi umbilikal kateterin sabitlenmesi için kullanılan farklı yöntemlerdir. Bu yöntemlerin karşılaştırılması Tablo 2’de gösterilmiştir (31).

Tablo 2. Umbilikal kateter sabitleme yöntemlerinin karşılaştırılması

Teknik	Avantaj	Dezavantaj	Maliyet
Dikişli/Dikişsiz Sabitleme	Cilde yapıştırma yok	Umbilikal bölgede ağrı	Önemsiz
Köprüleme	Güvenle sabitleme (Kateterin çıkma ihtimalini azaltır, takibini kolaylaştırır)	Cilt irritasyonu ve enfeksiyonu, Katetere tekrar pozisyon vermesi zor	Önemsiz
DuoDERM®	Hızlı sabitleme	Cilt irritasyonu ve enfeksiyonu, Batin ultrasonografisi çekilmesi gereken infantlar için uygun değil	Pahalı
NEoBridge®	Ayarlanabilir kanatları ile katetere tekrar pozisyon vermesi kolay	Cilt irritasyonu ve enfeksiyonu	Pahalı

Köprüleme yöntemi, umbilikal kateteri sabitlemek için en sık tercih edilen yöntemdir. Bu yöntemde göbeğin her iki yanına iki ince bant T şeklinde yerleştirilir ve karına sabitlenir. Daha sonra kateteri saran başka bir bant ile köprüleştirilir (6,22,31).

Kateter sabitlendikten sonra serum setine bağlanır. Parenteral beslenme, kristaloidler ve kan ürünleri infüzyonu, sıvı ve ilaç desteği verilmesi, kan değişimi yapılması, santral venöz basınç ölçümü için kullanılabilir. İki veya üç lümenli kateterler, birbiriyle geçimsiz tedavilerin aynı anda ve gerektiğinde devamlı verilmesini sağlayarak ek damaryolu ihtiyacını azaltır (1–3,22).

2.1.3.1.5 Umbilikal Venöz Kateterin Bakımı

Sepsis riskini azaltmak için kullanılan üçlü musluk en fazla 72 saatte bir, kan ürünleri ve lipit içeren sıvı verilecek ise 24 saatte bir olacak şekilde değiştirilmelidir. Kateterin giriş yeri temiz ve kuru tutulmalıdır. Mantar enfeksiyonu ve antimikrobiyal direnci riski nedeniyle topikal antibiyotik kremler

uygulanmamalıdır. Literatürde venöz kateterin rutin heparinize edilmesi ile ilgili bir prosedür bulunmamaktadır; 0,25-0,5 Ünite/mililitre (Ü/mL) heparin kullanılabilir (22).

Kateter kullanımına gerek kalmadığında ya da komplikasyonlar geliştiğinde en kısa sürede çıkarılmalıdır. Optimal olarak, umbilikal venöz kateterlerin 14 gün içinde çıkarılması önerilir (1–4,22).

2.1.3.1.6 Umbilikal Venöz Kateterin Çıkarılması

Kateter çekilmeye karar verildiğinde, çekilmeden 30 dakika önce kateterden verilen sıvı kesilmelidir. Çok sıkı olmayacak şekilde umbilikal şerit bağlanmalıdır. Kateter sabitlenmesi için atılan sütür katetere paralel şekilde ve yukarı yönde kesilmelidir. Bu sayede kateterin yanlışlıkla kesilip damar içinde kalması önlenir. Kateter son 5 cm düzeyine gelinceye kadar yavaşça çekilmelidir. Kalan kısım 1 cm/dk hızla yavaşça çıkarılmalıdır. Kan durana kadar umbilikal üzerinden basınç uygulanmalı ve umbilikal şerit sıkılaştırılmalıdır (2,6,10,22). Kanamanın devam etmesi durumunda damar lümeni hemostat ile kapatılmalıdır (22).

2.1.3.1.7 Umbilikal Venöz Kateterizasyon Komplikasyonları

Umbilikal venöz kateterlerin neden olduğu komplikasyonlar, uygun olmayan pozisyonda yerleşme ve kateterin kalış süresi ile ilgili komplikasyonlar olmak üzere iki farklı grupta incelenebilir (6,22).

1- Kateterin yerleştirilmesi ile ilgili komplikasyonlar

- Malpozisyon
- Portal ven trombozu

- Hepatik komplikasyonlar
- Kardiyak komplikasyonlar
- Diğer komplikasyonlar

2- Kateterin uzun süre kalması ile ilgili komplikasyonlar

- Enfeksiyon
- Trombotik veya embolik olaylar

Malpozisyon: Umbilikal kateterizasyonda en sık görülen komplikasyondur. UVK'nın yanlış yerleştirilmesi için bildirilen oranlar %20 ila %37 arasında değişmektedir (32). Kateterin kalp, portal sistem ya da büyük damarlardaki malpozisyonuna bağlı olarak çeşitli komplikasyonlar gelişebilir.

Hepatik Komplikasyonlar: Kateterin portal sistemdeki malpozisyonu nedeniyle, portal ven trombozu, hepatik nekroz, kalsifikasyon, karaciğer absesi, hepatik kist, subkapsüler hematoma, hepatik laserasyon, portal venöz hematoma, portal hipertansiyon, asit ve NEK gelişebilir. Nadiren de olsa portal hipertansiyon da görülebilmektedir (33–37).

Kardiyak Komplikasyonlar: Perikardiyal effüzyon görülebilir. Asemptomatik olabilmekle birlikte, kateterizasyon uygulanmış ilerleyici kardiomegalisi olan çocuklarda perikardiyal effüzyon akla gelmelidir (10,38). Kateterin fazla ilerletilmesi nedeniyle sağ atriumda yerleşen kateterlere bağlı olarak aritmiler meydana gelmektedir (39). Kardiyak tamponad, perforasyon, pnömoperikardiyum ve trombotik endokardit de görülen diğer komplikasyonlar arasındadır (6,10,33,40).

- Periferik kanda üreme olmadığında, kateterden alınan kan kültüründe $\geq 10^2 - 3$ kob/mL üreme olması
- Kültürde üreme olmamasına rağmen enfeksiyon bulguları olan hastalarda, kateter çıkarıldıktan sonra kliniğin düzelmesi

Trombotik veya embolik olaylar: Kateter ucu portal sistemde ise ve duktus venozus kapalıysa emboli karaciğere yerleşir. Ancak duktus henüz kapanmadıysa, emboli akciğere gidebilir. Foramen ovaleden sağdan sola şant durumunda veya duktus arteriozus yoluyla tüm sistemik dolaşıma dağılabilir. Bu emboliler enfekte olup abse oluşumuna neden olabilirler (46).

2.1.3.2 *Periferal Yerleşimli Santral Venöz Kateterler*

Periferal yerleşimli santral kateterler (PYSK), uzun süreli intravenöz erişim sağlamak için zamanında ve erken doğmuş bebeklerde yaygın olarak kullanılır. Özellikle düşük ve çok düşük ağırlıklı bebeklerin yaşam oranı arttıkça YYBÜ’de sık kullanılan bir yöntem haline gelmiştir. Parenteral beslenme, hiperosmolar solüsyonlar, sıvı ve ilaç tedavisi verilmesi için uzun süreli intravenöz erişim sağlar. Bu sayede çoklu damar yolu girişimi en aza indirilerek bebeğin maruz kalacağı stres ve ağrı azaltılır (10,47,48).

PYSK’ler, ince ve uzun bir kateterdir. Periferik venden takılarak santral venöz sisteme ilerletilip, yerleştirilir (10). Santral vene giden yolu daha kısa ve direkt olduğu için genellikle sağ taraftaki bazilik damarlar tercih edilir. Deltopektoral oluğa girerken damarın daralması ve subklavyen vene birleştiği dar açısı nedeniyle sefalik veni santral konuma getirmek daha zor olabilir. Aksiller ve

eksternal juguler damarlar arterlere ve sinirlere yakın oldukları için en az tercih edilir (7).

2.1.3.2.1 Periferik Yerleşimli Santral Venöz Kateter Yerleştirilmesi İçin

Ön Hazırlıklar ve Uyulması Gereken Kurallar

Aseptik Hazırlık: Kateter takılacak ekstremitte steril gazlı bez ile tutularak merkezden perifere olacak şekilde %2'lik klorheksidin ile 30 saniye veya povidon iyot ile 2 dakika boyunca temizlenir. Temizlendikten sonra kuruması beklenip aynı işlem toplamda üç kere tekrarlanır. Sadece yerleştirme bölgesi açıkta kalacak şekilde ekstremitenin altına ve üstüne büyük bir steril örtü yerleştirilir (6,10).

Kateter Seçimi: Silikon veya poliüretan kateterler kullanılır. Aralarındaki en önemli fark gerilmeye karşı gösterdikleri dirençtir. Poliüretan kateterler, daha ince kateter duvarlarına ve daha geniş bir iç lümenine izin veren yüksek gerilim direncine sahiptir. Bu kateterlerin genellikle kılavuz teli mevcuttur. Silikon kateterlerin iç lümeni daha dardır ve kılavuz telleri yoktur (6,10,49,50). Ağırlığı 2.500 gram altındaki hastalar için 1,1F–2F (28-23 gauge) kateter, 2.500 gram ve üzerindeki hastalar için 1,9F–3F (26-20 gauge) kateter boyutları önerilir (51). Tek veya çift lümenli kateterler mevcuttur. Çoğu kateter tek lümenlidir. Çift lümenli kateterler; total parenteral beslenme, çoklu ilaç tedavisi veya hacim resüsitasyonu alan hastalarda tercih edilebilir (6,10,50,51).

Ağrı Yönetimi: Ağrılı bir işlem olması nedeniyle düşük doz sedatif ilaçlar verilebilir (10,50). Ayrıca farmakolojik olmayan rahatlatma yöntemleri de uygulanabilir (16,17).

2.1.3.2.2 Kateterin Yerleşim Bölgesi ve Uzunluğunun Belirlenmesi

Kateterin yerleştirileceği pozisyon ve ölçüm yöntemi yerleşim bölgesine göre değişiklik göstermektedir. Bu yöntemlerin karşılaştırılması Tablo 3'te gösterilmiştir (6,50).

Tablo 3. Periferik yerleşimli santral kateterlerin yerleştirilme tekniği

Yerleşim Bölgesi	Pozisyon	Ölçüm
Antekubital venler	Sırtüstü, kol 90° abduksiyonda, baş girişim yapılan yöne çevrilir	Girişim planlanan bölgeden itibaren, suprasternal çentiğe, üçüncü sağ interkostal aralığa kadar
Safen veya popliteal venler	Büyük safen ven için sırtüstü, küçük safen ve popliteal ven için yüzüstü, ayak uzatılır	Girişim planlanan bölgeden itibaren venöz yol boyunca ksifoid çıkıntıya kadar
Skalp venleri	Sırtüstü, baş yana çevrilir, işlem sırasında kateterin ilerleyişini kolaylaştırmak için baş orta hatta çevrilebilir	Girişim planlanan bölgeden itibaren kulak kenarından juguler vene, sağ sternoklavikular eklem ve üçüncü interkostal aralığa kadar
Eksternal juguler ven	Sırtüstü, baş yana çevrilir, hafif hiperekstansiyon pozisyonuna getirmek için boynun altına rulo yerleştirilir	Girişim planlanan bölgeden itibaren sağ sternoklavikular eklem ve üçüncü interkostal aralığa kadar
Aksiller ven	Sırtüstü, kol 120° abduksiyonda, bebeğin eli başının arkasına yerleştirilir	Girişim planlanan bölgeden itibaren sağ sternoklavikular eklem ve üçüncü interkostal aralığa kadar

2.1.3.2.3 Periferik Yerleşimli Santral Venöz Kateterizasyon İşlemi

Aileden onam alındıktan sonra kateterizasyon işlemine geçilir. İşlem süresince hasta monitörize edilmelidir. Seçilen katetere göre hastaya uygun pozisyon verilir. El temizliğinin ardından steril önlük, maske, bone ve eldiven giyilmelidir. Giriş yeri uygun antiseptikle temizlenir. Hastanın üstü steril örtülerle örtülür. Girişim planlanan bölgenin proksimaline turnike uygulanır. Kateter steril bir şekilde açılarak heparinli sıvı ile yıkanır. Bunun için küçük çaplı şırıngalar, çok fazla basınç oluşturup kateterin yırtılmasına sebep olacağı için

kullanılmamalıdır (6). Kılavuz iğnenin plastik koruyucusu çıkarılır. Cilt hafif gerdirilerek 15°-30° açı ile vene girilir. İğneden kan gelmesi vene girildiğini gösterir. Kan geldikten sonra damar duvarını delmemek için iğne ilerletilmemelidir. Turnike çıkarılır. Kılavuz iğne, bir parmakla sabit tutulur. Kateter, dişsiz forseps kullanılarak yavaşça iğnenin içinde ilerletilir. Ölçülen mesafeye kadar ilerletildikten sonra, kateterin takıldığı venin üzerine parmakla basılarak kateter sabitlenir. Ardından kılavuz iğne kateteri yerinden oynatmadan nazik hareketlerle geri çekilir. Karşılıklı iki kanadından tutulup, iki yana çekilerek birbirinden ayrılır ve iğnenin kateterle bağlantısı kesilir. Takılan kateterde kılavuz tel varsa, yavaş ve sabit bir hızla kateterden çıkarılır. Kılavuz teli çıkarıldıktan sonra kan gelişi olmazsa, 3 mL'lik enjektör yardımıyla kan gelene kadar aspire edilir. Kan gelişinden sonra kateter serum fizyolojik ile yıkanır. Geçici olarak giriş yeri sabitlenir (6,10,49,50). Kateterin pozisyonu doğrulanır. Bunun için en sık kullanılan yöntem ön-arka göğüs grafisidir (10,48–51). Lateral göğüs ve karın grafisi, alt ekstremitelerden takılan kateterlerin yerini doğrulamak için ön-arka göğüs grafisiyle birlikte değerlendirilmelidir (49,50,52). Skalp ve üst ekstremiteye takılan kateter için en uygun uç konum, superior vena cava alt $\frac{1}{2}$ – $\frac{1}{3}$ 'üdür. Alt ekstremité için en uygun uç konum inferior vena cavadır. Ancak inferior vena cava içinde tam olarak nereye yerleştirileceği hala belirsizliğini korumaktadır. Bununla birlikte mevcut veriler, sekizinci ve onuncu vertebra arası bir uç konumu önermektedir (49,51). Kateterlerin çoğu radyoopaktır ve grafide görülebilir. Ancak bazen üreticiye ve boyutuna bağlı olarak kateter ucunun görülmesi zor olabilir. Bu durumda grafi çekilmeden hemen önce suda çözünebilen, iyonik

olmayan kontrast madde verilebilir (10,50). Ultrasonografi, ekokardiyografi, intraatrial elektrokardiyografik monitörizasyon ve floroskopi kateter yerini doğrulamak için kullanılabilecek diğer görüntüleme yöntemleridir (52).

2.1.3.2.4 Periferik Yerleşimli Santral Venöz Kateterin Sabitlenmesi

Kateterin pozisyonu doğrulandıktan sonra, hareket etmesini önlemek için giriş yeri üzerine steril bir bant ile kateter sabitlenir. Kateterin dışarıda kalan kısmı, bükülmeden halka şeklinde kıvrılır ve steril şeffaf bant ile cilde sabitlenir (6,10,50).

Kateter sabitlendikten sonra serum setine bağlanır. Parenteral beslenme, kristaloidler, sıvı ve ilaç desteği verilmesi için kullanılabilir.

2.1.3.2.5 Periferik Yerleşimli Santral Venöz Kateterin Bakımı

Kateter yerleştirildikten sonra ilk bir saat kızarıklık, kanama, damar dışına sızma açısından yakın takip edilmelidir. Sepsis riskini azaltmak için infüzyon sıvı ve materyalleri en geç 24 saatte bir değiştirilmelidir (53). Kontaminasyon riskini azaltmak için aralıklı enjeksiyon hortumu birincil uygulama setine bağlı kalmalı ve her enjeksiyondan sonra çıkarılmamalıdır. Bağlantı yerlerinde sterilité kurallarına dikkat edilmelidir. Kateterin üstündeki şeffaf film örtü yerinde kalmalıdır. Sızıntı ya da yapışkanlığı kaybettiği durumlar hariç rutin olarak değiştirilmesi önerilmez. Kateter yerleştirildikten sonra ilk verilecek sıvı miktarı, fazla basınca bağlı delinmeleri önlemek için genellikle 0,5 mL'yi geçmemelidir. Sıvılar sabit infüzyon hızıyla verilmelidir. Kateter açıklığını korumak için gereken infüzyon akış hızı bilinmemekle birlikte YYBÜ'lerde genellikle 1-2 mL/saat olacak şekilde verilmektedir (49,50). Kateter tıkanmasını önlemek için 0,5 Ü/mL

dozunda heparin kullanılabilir. Rutin kan alma işlemleri için kullanılmamalıdır. Acil durumlar dışında kan transfüzyonu için kullanılmamalıdır. Kateterin tıkanmasına ya da verilen kanın hemoliz olmasına yol açabilir. Kateter kullanımına gerek kalmadığında ya da komplikasyon geliştiğinde en kısa sürede çıkarılmalıdır (6,10,49,50,53).

2.1.3.2.6 Periferik Yerleşimli Santral Venöz Kateterin Çıkarılması

Kateterin üzerindeki şeffaf film örtü nazikçe ve yırtmadan çıkarılmalıdır. Kateter giriş yerinden tutularak sabit bir hızla nazikçe çekilir. Kateterin hızlı çıkarılması, kateterin damar duvarı ile temas edip vazokonstriksiyonu uyarmasına neden olabilmektedir. Çıkarılma sırasında herhangi bir dirençle karşılaşıldığında asla zorlanmamalıdır. Kateterin gidiş yolu üzerindeki alana birkaç dakika boyunca ılık kompres yapılmalı, ardından tekrar denenmelidir. Kateter çıkarıldıktan sonra uzunluğu ölçülüp, takılan uzunlukla karşılaştırılmalıdır. Böylece kateterin tümünün çıktığından emin olunur. Kateter çıkarıldıktan sonra giriş bölgesi steril pansuman ile örtülmelidir (6,10,50).

2.1.3.2.7 Periferik Yerleşimli Santral Venöz Kateterizasyon Komplikasyonları

Periferik yerleşimli santral venöz kateterlerin neden olduğu komplikasyonlar:

- Yerleştirme sırasında damar ve organlarda hasar
- Kateter migrasyonu / malpozisyonu
- Kateter disfonksiyonu
- Kateter kırılması

- Flebit
- Enfeksiyon
- Tromboz ve tromboembolik olaylar

Yerleştirme sırasında damar ve organlarda hasar: Hem perkütan hem de cerrahi yerleştirme sırasında damar hasarı oluşabilir. Bunun sonucunda kanama, pnömotoraks, pnömomediastinum, hemotoraks ve brakial pleksus yaralanması gerçekleşebilir (6,10,50,51).

Kateter migrasyonu / malpozisyonu: Kateter takıldıktan sonra bekleme süresi boyunca herhangi bir noktada yer değiştirebilir. Bu durum cilt yüzeyindeki kateterin zayıf sabitlenmesi, bakımı ve eklem hareketinin bir sonucu olarak meydana gelmektedir (54). Kateter sağ atriya, internal juguler vene, kontralateral subklaviyen vene, yüzeysel abdominal vene, çıkan lomber ven veya renal vene yerleştirilebilir. Bunun sonucunda perikardiyal veya plevral efüzyon, kardiyak aritmiler, nöbet veya parapleji gibi nörolojik komplikasyonlar gelişebilir (10,49–51,55).

Kateter disfonksiyonu: Kateterin tıkanması, artan pompa basınçları veya sıvıları infüze edememekle karakterizedir. Sabitleme sırasında ya da hasta kolunu büküğünde kolaylıkla tıkanabilir. Bu disfonksiyon malpozisyon, fibrin trombozu, ilaçların neden olduğu çökeltiler veya lipid birikimlerine bağlı olabilmektedir (50,56).

Kateter kırılması: PYSK'ler yerleştirilmesi sırasında kılavuz iğne tarafından kopabilir veya aşırı basınç nedeniyle yırtılabilir. Kateterin bükülmesi,

kırılmasına neden olabilmektedir. Kırık kateterin damar içinde kalan kısmı embolizasyon riski altındadır (57).

Flebit: Kateter yerleştirilirken damar duvarında meydana gelen hasara bağlı olarak ilk 24 saat içinde ortaya çıkmaktadır (7).

Enfeksiyon: Düşük doğum ağırlık ve düşük gestasyonel yaşa sahip yenidoğanlarda kateterizasyon işlemi daha sık uygulanmaktadır ve bu bebekler en büyük risk altındadır. Kateterin manipülasyonu, kontanimasyonu da enfeksiyon gelişimi için risk faktörleridir. KİKDE, yenidoğan yoğun bakım ünitelerinde en sık gözlenen sağlık bakım ilişkili enfeksiyondur. Enfeksiyona neden olan en sık etken koagülaz negatif stafilokoklardır (6,8,14,49,50,53).

Tromboz ve tromboembolik olaylar: Yenidoğanlarda venöz tromboembolik olayların yaklaşık %90'ı santral venöz kateterler ile ilişkilidir. Venöz trombozun komplikasyonları arasında trombüs yayılımı ve diğer bölgelere embolizasyon, enfeksiyon, etkilenen organ ve ekstremitte kaybı görülebilmektedir (14,49,50,58).

2.1.3.3 Cerrahi olarak yerleştirilen santral kateterler

Yenidoğanlarda PSVK erişimi başarısız olursa, cerrahi teknikler venöz erişimi sağlayabilir. Uzun süreli parenteral beslenme, sıvı ve ilaç tedavisi, santral venöz monitörizasyon amacıyla kullanılmaktadır. Kateterler; internal juguler ven, sublavian veya femoral venlere perkütan veya cutdown yoluyla yerleştirilebilirler (6,9,59). Kateterizasyon için genellikle silikon ve poliüretan kateterler kullanılabilir. Poliüretan kateterler daha yüksek enfeksiyon ve trombotik

komplikasyonlara sahip olduğu için silikon kateterler daha çok tercih edilmektedir (55). Juguler kateterlerle femoral kateterler yenidoğanlarda benzer komplikasyon insidansına sahiptirler (60). Santral venöz kateterizasyon için belirtilen komplikasyonlara ek olarak, karşı taraftaki juguler ven daha önce kateterize edilmiş ise veya karşı taraf juguler venöz sistemde tromboz varsa, internal juguler ven kateterizasyonundan kaçınılmalıdır (6).

2.1.4 Yenidoğanda Sık Kullanılan Santral Arteriyel Kateterler

- Umbilikal arter kateterleri
- Periferik yerleşimli santral arteriyel kateterler

2.1.4.1 Umbilikal Arteriyel Kateterizasyon

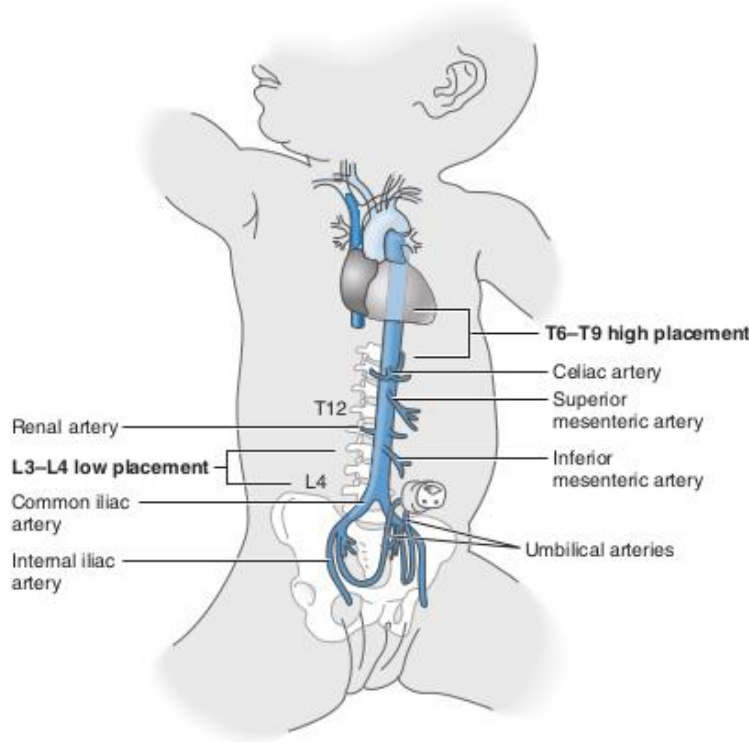
UAK'ler modern yenidoğan ünitelerinde çok düşük ağırlıklı bebekler başta olmak üzere kritik hastalığı olan yenidoğanlarda tercih edilen bir işlemdir. Yüksek riskli yenidoğanlarda arteriyel kan basıncı ve oksijenizasyon takibi, kan değişimi işlemi sırasında kan almak için, acil resüsitasyonda ilaç ve sıvı verilmesi işlemi için (umbilikal ven öncelikli tercihtir), anjiyografi çekimi ve idame solüsyonların verilmesi gibi pek çok amaçla kullanılmaktadır.

Omfalosele, omfalit, gastroşizis, peritonit, NEK, alt ekstremitelerde ya da kalçada dolaşım bozukluğu bulguları durumunda UAK kullanımı kontrendikedir (2,6,10).

2.1.4.1.1 Umbilikal Arter Anatomisi

Umbilikal arterler normalde iki adettir ve internal iliak arterlerin devamıdır. Mesanenin yanlarından dolanarak, karın duvarının alt kısmında

seyrederek göbeğe ulaşırlar (Şekil 4). İnternal iliak arter kısmındaki köklerinde 2-3 mm olan lümen genişliği göbeğe yaklaştıkça küçülür ve duvarları önemli ölçüde kalınlaşır. Miad yenidoğanlarda umbilikal arter uzunluğu yaklaşık olarak 7 cm kadardır. Doğumdan sonra hızlıca konstrükte olurlar. Bu nedenle ilk yarım saat girişim yapmak için en uygun zamandır (6,10,11).



Şekil 4. Umbilikal arter anatomisi

2.1.4.1.2 Umbilikal Kateterizasyon için Ön Hazırlıklar ve Uyulması

Gereken Kurallar

Aseptik Hazırlık: Kateterizasyon öncesi asepsi kurallarına uygun şekilde el temizliği yapıp, maske, bone, steril önlük ve eldiven rutin olarak kullanılmalıdır. Umbilikal bölge temizliğinde %2'lik klorheksidin veya povidon iyot kullanılabilir. Göbek etrafındaki alan ve umbilikal kord %2'lik klorheksidin

ile 30 saniye, povidon iyot ile 2 dakika boyunca silinir. Steril serum fizyolojik ile silinen alan temizlenerek kurulandıktan sonra sadece göbek açıkta kalacak şekilde steril örtü örtülür (10,14).

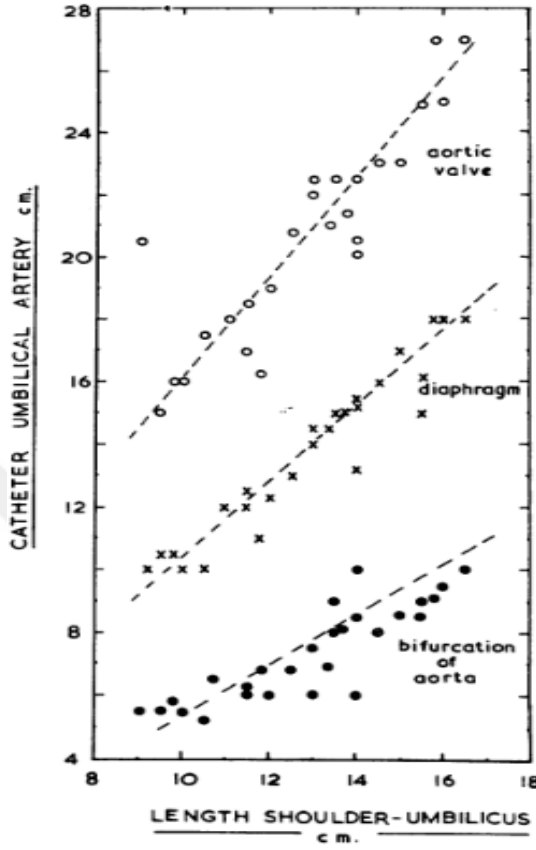
Kateter Seçimi: Silikon kateterler yumuşaktır, bu nedenle kullanımları zordur ve kolay tıkanma riski vardır. Buna karşın aort trombozu riski polivinil klorid kateterlere göre daha düşüktür. Teflon ve poliüretan kateterlerin, polietilen ve polivinil klorid kateterlere göre tromboz ve enfeksiyon riski daha düşüktür. Cochrane derlemesine göre heparin ile kaplı poliüretan kateterlerin standart polivinil klorid kateterlere herhangi bir üstünlüğü gösterilememiştir (61,62). Seçilen kateter radyopak özellikte olmalıdır. Yandan delikli kateterlerde tromboz riski arttığı için uçtan delikli kateterler tercih edilmelidir. Kateterin üzerinde kaç santimetre ilerletildiğini gösteren çizgiler olmalıdır. UAK kullanımında tek lümenli kateterler önerilir. Doğum ağırlığı 1200 veya 1500 gramın altında olan hastalar için 3,5F kateter, 1200 veya 1500 gramın üstündekiler için 5F kateterler önerilir (2,6,10,61). Beslenme sondasının kateter olarak kullanımı tromboz riskini artıracığı için kaçınılmalıdır (10).

Ağrı Yönetimi: Umbilikal kordda sinir hücreleri bulunmadığı için cilt hemostatla tutulmadığı ya da cilde dikiş atılması gerekmediği sürece anestezi gerekli değildir. Şekerli solüsyonlar, anne sütü, konuşma, in-utero sesleri dinletme, müzik gibi farmakolojik olmayan rahatlatma yöntemleri ağrı kontrolü için kullanılabilir (10,16).

Kateter Takılma Uzunluğunun Belirlenmesi: Literatürde UAK'ların uygun şekilde yerleştirilmesi için kullanılabilecek en etkili yöntem konusunda

fikir birliği bulunmamaktadır. Kılavuz olarak kullanılan farklı formüller bulunmaktadır. Tüm formüllerde hesaplanan değere umbilikal güdüğün uzunluğu da eklenip, kateter yerleştirilir (6,10,63).

- **Dunn Formülü:** Omuz-göbek mesafesi ölçümüne dayalı geliştirilmiş bir formüldür. Bu formüle göre klavikulanın lateral ucundan çizilen yatay çizgi ile umbilikus hizasından çizilen yatay çizgi arasındaki mesafe ölçülür. Ölçülen değere göre Dunn normogramında iki pozisyondan birine yerleştirilebilir. Normogramda aort bifurkasyonu hizası alçak yerleşimli, diyafragma hizası yüksek yerleşimli olarak kabul edilir. Karşılık gelen mesafeye umbilikal güdük uzunluğu da eklenerek kateter yerleştirilir (20) (Şekil 5).



Şekil 5. Dunn normogramı

- **Shukla ve Ferrara Formülü:** Yüksek yerleşimli kateter için doğum ağırlığı ölçümüne dayalı geliştirilmiş bir formüldür. Bu formül, UAK mesafesine karar vermede Dunn formülüne göre daha doğru sonuç verir (10, 40, 45). Hastanın kilogram cinsinden doğum ağırlığı üç ile çarpılıp, dokuz eklenir. Bulunan sonuca umbilikal güdük uzunluğu eklenerek kateter yerleştirilir (21).

$$3 \times \text{Doğum ağırlığı (kg)} + 9$$

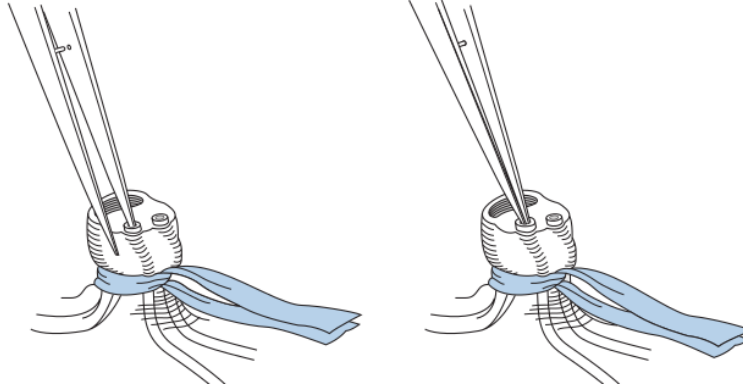
- **Wright Formülü:** Düşük doğum ağırlıklı bebeklerde, yüksek yerleşimli kateter yerleştirmek için doğum ağırlığı ölçümüne dayalı geliştirilmiş bir formüldür. Hastanın kilogram cinsinden doğum

ağırlığı dört ile çarpılıp, yedi eklenir. Bulunan sonuca umbilikal güdük uzunluğu eklenerek kateter yerleştirilir (64–66).

$$4 \times \text{Doğum ağırlığı (kg)} + 7$$

2.1.4.1.3 Umbilikal Arteriyel Kateterizasyon İşlemi

Aileden onam alınıp, ön hazırlıklar gözden geçirildikten sonra kateterizasyon işlemine geçilir. İşlem süresince hasta monitörize takip edilir. Hasta sırt üstü yatırılır. Bacakları sarılıp yatağa bantlanarak hareketsiz hale getirilir. Ayaklar açıkta kalacağı için vazospazm açısından gözlenebilir. El temizliği yapıldıktan sonra steril maske, eldiven, maske ve bone giyilmelidir. Umbilikal kord ve göbek çevresi uygun antiseptik ile temizlendikten sonra sadece göbek açık kalacak şekilde steril örtü örtülmelidir. Kateter steril bir şekilde açıldıktan sonra üçlü musluk takılıp, heparinli bir sıvı ile yıkanmalı ve içinde hava kalmamasına dikkat edilmelidir. Kordun dibine, kanamayı önleyecek sıkılıkta ancak kateterin geçmesine engel olmayacak şekilde umbilikal şerit bağlanmalıdır. Bu şerit mümkünse deri yerine Wharton jölesinin etrafına bağlanmalıdır. Umbilikal kord steril bistüri ile güdük bırakacak şekilde ciltten 1-1,5 cm yükseklikten kesilmelidir. Umbilikal arterler genellikle saat 1 ve 7 hizasında yerleşim gösterir. Umbilikal arter, iris forsepsi ile genişletilir. Önce forsepsin bir bacağı arter içine yerleştirilir, ardından her iki bacağı kullanılarak arter 15-30 saniye kadar nazıkçe genişletilir (2,6,10) (Şekil 6).



Şekil 6. İris forsepsi ile umbilikal arterin genişletilmesi

Kateterizasyon öncesi umbilikal arterin genişletilmesi için harcanan bu süre başarı olasılığını artırmaktadır. Arter yeterince genişletildikten sonra kateter aşağı yönde ayaklara doğru ilerletilir. Uygun bir şekilde yerleştirilen kateter internal iliak ve ardından common iliak arteri geçerek aortaya yerleşir. Kateterizasyon işlemi sırasında karın duvarı ve mesane seviyesinde dirençle karşılaşabilir. Mesane düzeyindeki direnç umbilikal arterin internal iliak artere dik açıyla bağlanmasından dolayı hissedilmektedir. Direnç hissedildiğinde 30-60 saniye süreyle nazikçe basınç uygulanmalıdır, kesinlikle zorlanmamalıdır. Kateterin ilerletilememesinin en sık nedeni iris forsepsi ile yetersiz genişletilmesidir. Böyle bir durumda 0,5 mL lidokain artere damlatılabilir; ancak bu yöntem tartışmalıdır (6,10). Çift kateter yöntemi perforasyon riski nedeniyle önerilmez. Kateterizasyon işlemi kolay olmasına rağmen kan gelmiyorsa, yalancı kanal oluşumu akla getirilmelidir. Bu durumda kateter çıkarılmalı ve diğer arter kullanılmalıdır. Nadiren internal iliak arterden gluteal artere, eksternal iliak arterden ise femoral artere yerleşebilir. Bu durum büyük bebekte ince kateter

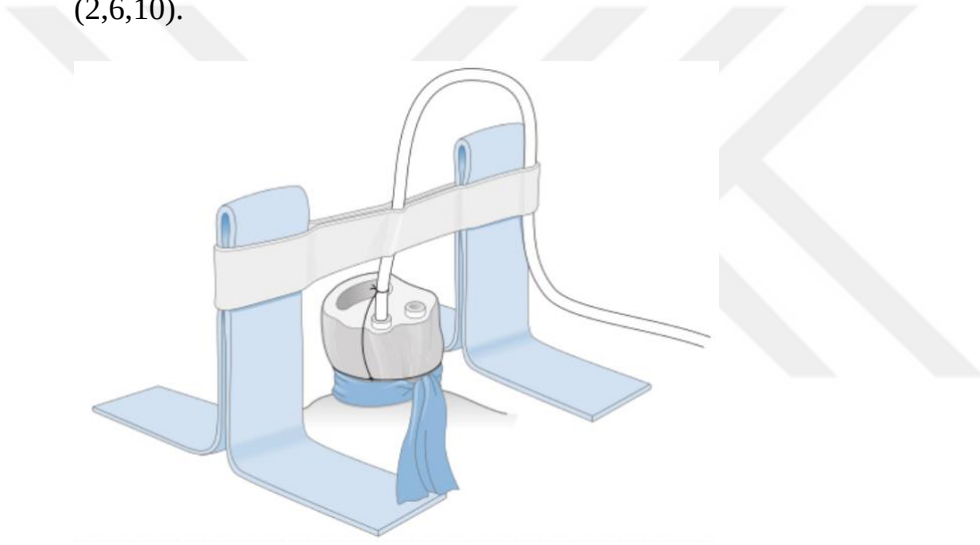
kullanması durumunda daha sık karşılaşılmaktadır. Böyle bir durumda kateterin çıkarılması gerekmektedir (2,6,10).

Kateter yerleştirildikten sonra yeterli kan gelişi ile doğru pozisyonda olduğu anlaşılır ve görüntüleme yöntemleri ile kateterin yeri doğrulanır. En sık kullanılan yöntem ön-arka göğüs radyografisidir (13,24–27). Lateral göğüs grafisi (13), ultrasonografi (24,25,28) ve elektrokardiyografi (26,29) de önerilen yöntemler arasındadır. Kateter ucu ön-arka göğüs grafisinde torakal (T) T6-T9 vertebra hizasında (diyafragma üzerinde inen aortada, sol subklavyen arter altı) ise yüksek yerleşimli, lomber (L) L3-L4 vertebra hizasında ise (aortik bifurkasyonun üzeri, renal arterin altı) alçak yerleşimli olarak kabul edilir (62,64–67). Cochrane derlemesi, yüksek yerleşimli kateter takılmasını önermektedir. Bunun nedeni; yapılan analizlerde vasküler komplikasyon riskinin daha düşük olduğunun, hipertansiyon, hematüri, NEK, intraventriküler kanama ve vazospazm riskinin artmadığının gösterilmesidir. Yüksek yerleşimli kateterlerde daha az komplikasyon geliştiği ve tekrar takılma ihtiyacının daha az olduğu görülmüştür (62). Ancak yüksek yerleşimli kateterlerde hipoglisemi riski daha fazladır. Kateter ucu çölyak artere yakın yerleştirilmiş ise verilen yüksek miktardaki dekstroz solüsyonu pankreası uyararak insülin salınımının artırabilir. Buna bağlı olarak hipoglisemi gelişebilir (2,10).

Çekilen radyografide kateterin ucu T6'nın veya T11-L2 seviyelerinde ise kateter biraz geri çekilebilir. L5'in altındaki seviyelerde kateter çıkarılıp, yeni bir kateter takılmalıdır. Kontaminasyon riski nedeniyle kateter sadece geri çekilebilir, ileriye doğru itilmemelidir (6,10).

2.1.4.1.4 Umbilikal Arteriyel Kateterin Sabitlenmesi

Kateterin pozisyonu doğrulandıktan sonra kateter cilde sabitlenmelidir. Köprüleme yöntemi, umbilikal kateterleri sabitlemek için en sık tercih edilen yöntemdir (Şekil 7). Bu yöntemde göbeğin her iki yanına iki ince bant T şeklinde yerleştirilir ve karına sabitlenir. Daha sonra kateteri saran başka bir bant ile köprüleştirilir (6,22,31). Kateter sabitlendikten sonra serum setine bağlanır (2,6,10).



Şekil 7. Köprüleme yöntemi ile umbilikal arteriyel kateterin sabitlenmesi

2.1.4.1.5 Umbilikal Arteriyel Kateterin Bakımı

Kateterizasyon işlemi sonrasında hasta sırtüstü pozisyonda en az 8 saat kanama açısından takip edilmelidir. Sepsis riskini azaltmak için dokunma en aza indirilmeli, üçlü musluklar ise 24-48 saatte bir değiştirilmelidir. Ayrıca kateter yeri günlük antiseptik solüsyonla temizlenmelidir. Mantar enfeksiyonu ve antimikrobiyal direnci riski nedeniyle kateter giriş yerine topikal antibiyotikli kremler uygulanmamalıdır. Kateterden alınan her kan örneği sonunda, kateter 1-2 mL serum fizyolojik ile mutlaka yıkanmalıdır (2,6).

Umbilikal kateterin tıkanma sıklığını azaltmak için rutin heparin kullanımı (0,5-1 Ü/mL) önerilmektedir. Tıkanmasını önlemek için aralıklı heparin verilmesi etkisiz bulunmuştur (10,22).

Arter spazmına bağlı olarak alt ekstremitelerde solukluk, soğukluk veya morarma olabilir. Tek taraflı iskemi durumunda ekstremitte yukarı kaldırılmalıdır; metabolik hız nedeniyle oksijen ihtiyacı artacağı için ısıtılmamalıdır. Karşı ekstremitenin ısıtılması ile refleks vazodilatasyon sağlanabilmektedir. İki taraflı veya tek taraflı ısıtılmasına rağmen düzelmeyen iskemilerde vazodiyatör ajanlar (örneğin, nitrogliserin) kullanılır. Tüm müdahalelere rağmen iskemi durumu düzelmiyorsa, kateter çıkarılmalıdır (2).

Kateter kullanımına gerek kalmadığında ya da komplikasyonlar geliştiğinde en kısa sürede çıkarılmalıdır. Umbilikal arteriyel kateterlerin 5 gün içinde çıkarılması önerilmektedir (10,14,22).

2.1.4.1.6 Umbilikal Arteriyel Kateterin Çıkarılması

Kateter çıkarılmaya karar verildiğinde kateterden verilen sıvı kesilmelidir. Kateter etrafındaki sabitleyici sütün katetere paralel şekilde kesilmelidir. Göbek güdüğü çevresine gevşekçe umbilikal şerit bağlanmalıdır. Kateter damar içinde 5 cm kalana kadar yavaşça geri çekilmelidir. Kalan kısım 1 cm/dk hızla yavaşça çekilip, kateter çıkarılmalıdır. Hızlı çekilmelere bağlı kanamalar olabilmektedir. Bu durumda kord altından umbilikal şerit sıkılmalıdır. Kanamanın devam etmesi durumunda damar lümeni hemostat ile kapatılabilir (22).

2.1.4.1.7 Umbilikal Arteriyel Kateter Komplikasyonları

Umbilikal venöz kateterlerin neden olduğu komplikasyonlar, uygun olmayan pozisyonda yerleşme ve kateterin kalış süresi ile ilgili komplikasyonlar olmak üzere iki farklı grupta incelenebilir (6,22,62,67).

1- Kateterin yerleştirilmesi ile ilgili komplikasyonlar

- Malpozisyon
- Vasküler olaylar
- Perforasyon, hemoraji
- Patent urakus
- Diğer komplikasyonlar

2- Kateterin uzun süre kalması ile ilgili komplikasyonlar

- Sepsis
- Trombotik ve embolik olaylar

Malpozisyon: Kateterin çölyak aksın karşısına yerleştirilmesi, verilen sıvıdaki yüksek dekstroz içeriği nedeniyle pankreasın insülin salınımını artırmasına neden olacağı için dirençli hipoglisemiler oluşabilir. Yalancı anevrizma, periton perforasyonu, siyatik sinir felci malpozisyon nedeniyle görülen diğer komplikasyonlardır (2,6,10,62).

Vasküler olaylar: Arteriyel vazospazma bağlı kalça, bacaklar, ayak ve parmaklarda soğukluk, solukluk ve ve siyanoz görülebilir. Alçak yerleşimli kateterlerde bu komplikasyon daha sık görülmektedir. Ekstremitte kaybı nadirdir. Renal artere yakın yerleştirilen kateter nedeniyle renal arter spazmı gelişebilir. Buna bağlı olarak idrar miktarında azalma ve hematüri görülebilir (10,62,68).

Perforasyon, hemoraji: Kateterin yerleştirilmesi sırasında zorlamaya bağlı damarın perforasyonu ve hemoraji gelişebilir (6,10).

Patent Urakus: Kateter yerleştirildikten sonra yeri kontrol edilirken kan yerine idrar geliyorsa patent urakus akla getirilmelidir. Embriyonal gelişim sırasında urakusun kapanmaması nedeniyle kateter mesaneye yerleşebilir (10,20).

Diğer komplikasyonlar: Mesane yaralanması veya rüptürü, Wharton jeli embolisi, hiperkalemi, gerçek ve yalancı hipernatremi görülen diğer komplikasyonları arasındadır (22,62,67,69).

Enfeksiyon: Sepsis, septik emboli, sellülit, omfalit görülebilir. En sık etken koagülaz negatif stafilokoklardır (14,20).

Trombotik ve embolik olaylar: Vazospazmlar sonucu trombüs ya da emboli gelişebilir ve yaygın iskemik zedelenmeye neden olabilir. Femoral arter trombozuna bağlı olarak ekstremitte iskemisi ve gangren gelişebilir. Renal arter trombozuna bağlı olarak hematüri, hipertansiyon veya böbrek yetmezliği gelişebilir. Mezenterik arter trombozuna bağlı olarak bağırsak iskemisi ve NEK görülebilir. Kan alımına bağlı gelişen retrograd kan akımı, kan basıncı yükselmeleri ve mikroemboliye bağlı NEK ve intraventriküler hemoraji görülebilmektedir (62,67,70,71).

2.1.4.2 Periferik Yerleşimli Santral Arteriyel Kateterler

Yenidoğanlarda umbilikal arter erişimi artık mevcut olmadığı ya da komplikasyonlar nedeniyle kullanılmadığında periferik yerleşimli santral arteriyel kateterler (PSAK) kullanılabilir. Arteriyel kan basıncı izlemi, kan

gazlarının ya da laboratuvar testlerinin sık izlenmesi, preduktal parsiyel oksijen basıncı takibi için kullanılmaktadırlar (6,10,43,72). Düzeltilemeyen kanama bozukluğu, girişim düşünülen bölgede cilt enfeksiyonu, ekstremit malformasyonu, kullanılan uzuvda dolaşım yetmezliği kanıtı gibi durumlarda PSAK kullanımı kontrendikedir. Hipotonik ya da hipertonic sıvılar, ilaç ya da kan ürünü vermek için kullanılmamalıdır (6,10).

Kateterizasyon için kullanılan yaygın yerler, radial, posterior tibial arterlerdir. En sık kullanılan radial arterdir, daha sonra posterior tibial arter gelir. Bu arterlerin kollateral dolaşımı çok iyi olduğu için sıklıkla tercih edilmektedirler. Ulnar ve dorsalis pedis arter de bazen tercih edilebilir. Aksiller ve brakiyal arterler sınırlı kollateral kan akışı ve artmış iskemik komplikasyon riski nedeniyle tercih edilmemektedir. Temporal arterden ise internal karotid dolaşımında tromboembolik olaya neden olabileceği için nörolojik sekel riski nedeniyle kaçınılmalıdır (6,10,43,72,73).

Vazospazm, tromboemboli ve tromboza bağlı olarak çeşitli derecelerde iskemik olaylara neden olabilmektedir. Ekstremitenin geçici solukluğu, ciltte ülser ve nekroz, gangren ve kısmi parmak kayıpları olabilmektedir. Hızlı ve fazla miktarda sıvı verilmeye bağlı retrograd emboli, solüsyonun ekstremitaya ekstremitaya görülebilmektedir (74,75). Hava embolisi, sinir hasarı ve enfeksiyon görülebilecek diğer komplikasyonlardır (6,10).

2.2 Yapay Zeka (Artificial Intelligence)

İçinde yaşadığımız dünya, birçok yönden bir harikalar diyarıdır ve Lewis Carroll ismiyle daha çok bilinen İngiliz matematikçi Charles Lutwidge Dodgson'ın "Wonderland" adlı ünlü romanına benzemektedir. Görüntü tanıma, sürücüsüz arabalar, akıllı hoparlörler gibi teknolojiye çığır açan yenilikler yapay zeka (YZ) sayesinde mümkün hale gelmiştir (76).

YZ, "Bir sistemin dış verileri doğru bir şekilde yorumlama, bu verilerden öğrenme ve bu öğrenmeleri esnek adaptasyon yoluyla belirli hedeflere ve görevlere ulaşmak için kullanma yeteneği" olarak tanımlanmaktadır (77).

YZ'nin tarihçesine bakıldığında; YZ'nin kavramsallaştırılması ilk olarak 13. yüzyılda Ramon Llull tarafından yapılmıştır. Katalan bir filozof olan Llull, eserlerinde kavramların kombinasyonundan oluşan yeni bir bilgi türünden bahsetmiştir. (78). Yapay zeka kavramı ise ilk olarak Alan Mathison Turing'in 1950 yılında yayımladığı "Makine ve Düşünce" adlı makale ile ortaya atılmıştır. Alan Turing, II. Dünya Savaşı sırasında kriptoloji ve mesajların deşifre edilmesi gibi çığır açıcı cihazların üretilmesi ile yapay zeka ve makine öğrenmesinin gerçekliğe dönüşmesinde önderlik etmiştir (79). YZ terimi ise ilk olarak 1956'da International Business Machines Corporation (IBM) şirketinin Dartmouth'da düzenlemiş olduğu Yaz Yapay Zeka Araştırmaları Projesi'nde John McCarthy tarafından kullanılmıştır (77). 1997 yılında IBM tarafından geliştirilen "Deep Blue" isimli süper bilgisayar New York'ta düzenlenen satranç maçında dünya satranç şampiyonu Garry Kasparov'u yenerek YZ'nin pratikte de kullanılabileceğini göstermiştir. 2017 yılında ise Google DeepMind tarafından

geliştirilen “AlphaGo” yazılımı, dünyanın en zor stratejik zeka oyunu olarak bilinen Go oyununda dünya şampiyonunu yenmiştir (80).

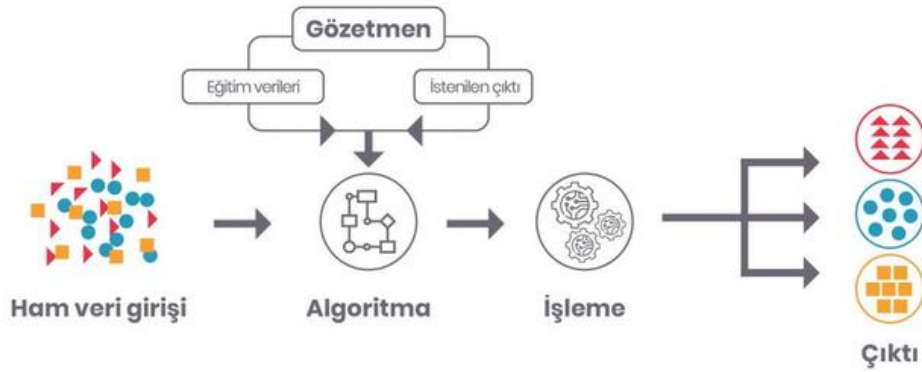
2.2.1 Makine Öğrenmesi (Machine Learning)

Makine öğrenmesi, veri kümelerindeki kalıpları tanımlamak için bilgisayar algoritmalarını kullanan bir yapay zeka biçimidir. Ortaya çıkan model algoritmalarının amacı; verileri kullanıp kendini geliştirmek, karmaşık kalıpları algılamak ve gelecek hakkında tahminde bulunmaktır (81,82).

Makine öğrenmesi uygulamak için literatürde kullanılan çeşitli yöntemler vardır. Verinin çeşitliliğine ve miktarına uygun yöntemler seçilmelidir. Makine öğrenmesi algoritmaları, kullanım amaçlarına göre 4 temel kategoriye ayrılmaktadır (82).

2.2.1.1 Denetimli Makine Öğrenmesi (Supervised Learning)

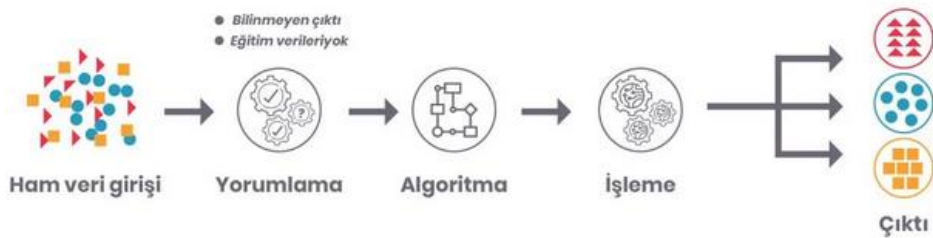
En sık kullanılan makine öğrenmesi çeşididir. Bu öğrenme şeklinde bir veya daha fazla bağımsız değişken kullanılarak bağımlı değişken tahmin edilmektedir. Uygulayıcı, algoritmanın izleyeceği kuralları ve sınırları belirler; girdiler ve çıktılar bellidir. Böylece algoritma bir girdi verildiğinde istenen çıktıyı üretmenin bir yolunu bulur ve bu yolu gelecekteki olayları tahminlemede kullanır (Şekil 8). Hava durumu tahmini, yüz ve imza tanıma, istenmeyen posta (spam) algılama, hisse senedi fiyat tahminleme gibi pek çok alanda denetimli makine öğrenmesi kullanılmaktadır (82,83).



Şekil 8. Denetimli makine öğrenmesi işleyişi

2.2.1.2 Denetimsiz Makine Öğrenmesi (Unsupervised Learning)

Denetimsiz makine öğrenmesi algoritmaları, eğitmek için kullanılan verilerin etiketlenmediği ya da sınıflandırılmadığı durumlarda kullanılır. Tahmin edilecek bir çıktı verilmediği için, model kendi kendine öğrenme yöntemini kullanır. Veri kümelerinden yararlanarak, verilerdeki gizli ilişkiyi bulmaya çalışır (Şekil 9). Genellikle pazar sepeti analizinde (sıklıkla birlikte satın alınan ürünler, birlikte ziyaret edilen mağazalar, ürün stoku ve çeşitliliği kararları) kullanıldığından alışveriş siteleri gibi satış yapılan alanlarda sıklıkla kullanılmaktadır (82,84).



Şekil 9. Denetimsiz makine öğrenmesi işleyişi

2.2.1.3 Yarı Denetimli Makine Öğrenmesi (Semi-Supervised Learning)

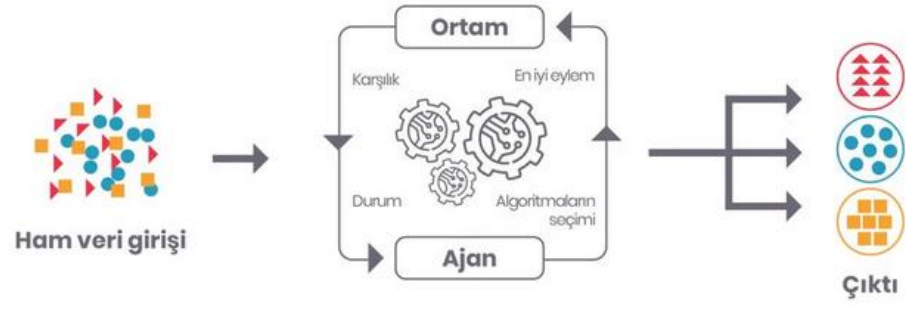
Hem denetimli hem de denetimsiz makine öğrenmesi algoritma özelliklerini barındırır. Bu algoritmalar eğitim için az miktarda etiketli ve çok miktarda etiketlenmemiş verileri kullanmaktadır. Bu modelin esas amacı sınıflandırma yapmaktır. Genellikle diğer makine öğrenmesi algoritmalarına yardımcı olacak şekilde uygulanmaktadır (82,85) (Şekil 10).



Şekil 10. Yarı denetimli makine öğrenmesi işleyişi

2.2.1.4 Pekiştirmeli Makine Öğrenmesi (Reinforcement Learning)

Bu modelde sadece girdiler verilmektedir; bu yönüyle denetimsiz makine öğrenmesine benzemektedir. Makine, eylemler üreterek çevresiyle etkileşime girer. Bu eylemlerin sonuçlarını gözlemleyerek bir sonraki eylemde bu sonuçları dikkate alır. Bu öğrenmede, sistem kararın doğru olduğu durumlarda ödüllendirilir, yanlışlar için ise cezalandırılır. İstenen çıktıya ulaşana kadar bu işleme devam edilir (Şekil 11). Robotik alan ve oyun programlamada bu yöntem sıkça kullanılmaktadır (82).



şekil 11. Destekleyici makine öğrenmesi işleyişi

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1 Olgu Seçimi

Çalışmaya, Ocak 2019–Aralık 2021 tarihleri arasında Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi YYBÜ’de takip edilen ve kateterizasyon uygulanan 306 hasta dahil edilmiştir.

Çalışmaya alınma kriterleri (aşağıdaki maddelerin tümünü sağlamalıdır):

- Yenidoğan Bilim Dalı tarafından takip ve tedavi edilen hastalar
- Umbilikal arter, umbilikal ven ve periferik yerleşimli santral ven kateterizasyonu uygulanmış hastalar

Çalışmadan dışlanma kriterleri:

- Exitus olmuş hastalar
- Takip ve tedavisine devam edilmesi için başka servise devredilmiş hastalar
- Kateterin başka merkezde takılmış olduğu hastalar

3.2 Çalışma Şekli

Bu çalışma, tanımlayıcı nitelikte gözlemsel bir araştırmadır.

3.3 Çalışma Planı

Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi YYBÜ’de takip ve tedavisi yapılmış, kateterizasyon uygulanan hastaların dosyaları retrospektif olarak incelenmiştir. Hasta bilgileri; hastaların elektronik yatış dosyalarından, Yenidoğan Bilim Dalı takip dosyalarından ve hastane veri ulaşım sistemi olan Nucleus Hastane Bilgi Yönetim Sistemi’nde kayıtlı olan laboratuvar bulgularından toplanıp olgu formuna kaydedilmiştir.

Hastaların demografik verileri (gestasyonel yaş, doğum ağırlığı, cinsiyet, doğum şekli) maternal enfeksiyonlar (erken membran rüptürü, koryoamniyonit, idrar yolu enfeksiyonu), maternal antibiyotik kullanımı kaydedilmiştir.

Hastalar doğum haftalarına göre <28 hafta, 28-32 hafta, 32-37 hafta ve ≥37 hafta olarak sınıflandırılmıştır. Hastaların gebelik haftalarından bağımsız olarak doğum ağırlıkları; ≤1000 gram (gr) aşırı düşük doğum ağırlığı, 1001-1500 gr çok düşük doğum ağırlığı, 1501-2500 gr düşük doğum ağırlığı ve >2500 gr normal doğum ağırlığı olarak kabul edilmiştir.

Hastaların yatış tanıları; enfeksiyon, solunumsal patolojiler, nörolojik patolojiler, gastrointestinal sistem ile ilgili patolojiler, konjenital kalp hastalığı, beslenme intoleransı, polisitemi, sendromlar, metabolik hastalıklar ve diğer hastalıklar (hiperbilirubinemi ve hipoglisemi) olarak gruplandırılmıştır.

Her hastaya takılan kateterin çeşidi, kateterin postnatal kaçınıcı günde takıldığı, takılı kalma süresi (gün) gibi kateter ile ilgili özellikler kaydedilmiştir. Hastalara birden fazla kere kateter yerleştirildiğinde, her uygulama ayrı bir olgu olarak değerlendirilmiştir. Kateterin takılı kaldığı süre boyunca verilen antibiyotik

tedavisi, solunum desteği, parenteral beslenme gibi destek tedavileri, postnatal enteral beslenmeye başlama günü ve hastanede toplam yatış süreleri gün olarak kaydedilmiştir.

Hastalarda gelişen komplikasyonlar; mekanik, enfeksiyöz ve trombotik olarak sınıflandırılmıştır. Mekanik komplikasyonlar; kateterin tıkanması, kateterin sızdırması, malpozisyon, katetere bağlı dolaşım bozukluğu olması, mekanik flebit, pnömotoraks, plevral/perikardiyal effüzyon, asit ve tıkanıklık olarak tanımlanmıştır. Kateterden sıvı gönderilememesi tıkanıklık olarak kabul edilmiştir. Enfeksiyöz komplikasyonlar; kateter enfeksiyonu ve eş zamanlı gelişen enfeksiyonlar (bakteriyemi, sepsis, sellülit, NEK, miyokardit, menenjit) olarak tanımlanmıştır. Trombotik komplikasyonlar; trombus ve tromboflebit olarak tanımlanmıştır. Trombus varlığı Doppler ultrasonografide lümen içi kan akımının olmadığı gösterilerek doğrulanmıştır.

Kateter takılı iken alınan kan kültürleri, kateter çıkarıldıktan sonra alınan kateter ucu kültürleri ve KİKDE epizodları kaydedilmiştir. Kateter kullanım oranları ve KİKDE hızı aşağıdaki formüllere göre hesaplanmıştır.

Kateter kullanım oranı; kateter kullanım günü, hasta yatış gününe bölünerek hesaplanmıştır.

$$\frac{\text{Kateter süresi (gün)}}{\text{Hasta yatış süresi (gün)}}$$

KİKDE hızı; her bir KİKDE epizodunun kateter süresine bölünüp, 1000 ile çarpılması ile hesaplanmıştır.

$$\frac{\text{KİKDE sayısı (n)}}{\text{Kateter süresi (gün)}} \times 1000$$

3.3.1 Kateter İlişkili Kan Dolaşımı Enfeksiyonu Tanı Kriterleri

KİKDE; ateş, apne, taşikardi, bradikardi, hipotansiyon, lökositoz gibi enfeksiyonun klinik ve laboratuvar bulguların eşlik ettiği ve başka bir odak saptanamayan kateterizasyon uygulanmış olan bir hastada, kateterin parçasından veya kateter içi kan örneğinden ve periferik kandan alınan kandan, benzer biyotip ve rezistotipe sahip bakteri veya mantar üremesidir (3,14,15,45).

KİKDE tanısı için aşağıdaki bulgulardan en az birinin olması gereklidir:

- Çıkarılan kateter parçasında yarı kantitatif kültürle ≥ 15 kob, kantitatif kültürle $\geq 10^2$ kob üreme olması
- Kantitatif kültürlerde, kateterden alınan kan örneğinde belirlenen üremenin, periferik venöz kandan alınan kana göre 5-10 kat fazla koloni sayısı içermesi
- Santral venöz kateterden alınan kültürde, periferik kandan alınan kültüre göre 2 saat önce üreme olması
- Periferik kanda üreme olmadığında, kateterden alınan kan kültüründe $\geq 10^2 - 3$ kob/mL üreme olması
- Kültürde üreme olmamasına rağmen enfeksiyon bulguları olan hastalarda kateter çıkarıldıktan sonra kliniğin düzelmesi

3.3.2 Mikrobiyolojik Değerlendirme

YYBÜ’de takip edilen ve bakteriyemiden şüphelenilen hastalardan kateter içi kan kültürü ve periferik kan kültürü steril şartlarda alınmıştır. Bütün kateterler

çıkarıldıklarında 3-4 cm uç kısımları steril olarak kesilip, kateter ucu kültürü olarak laboratuvara gönderilmiştir.

Hastalardan alınan kateter içi ve periferik kan kültürleri Bact/ALERT 3D (bioMérieux, Fransa) otomatik hemokültür cihazında takip edilmiştir. Pozitif sinyal veren kültürler, gram boyama ile incelenmiştir; eş zamanlı olarak kanlı agar ve Eosine Methylene Blue (EMB) agar besiyerine ekimleri yapılmıştır. Kateter ucu kültürleri Maki yöntemi ile semikantitatif olarak kanlı agar ve EMB agara ekilmiştir. İnkübasyon sonucu üreyen mikroorganizmaların identifikasyonu ve antibiyogramı için VİTEK 2 (bioMérieux, Fransa) otomatize sistemi kullanılmıştır. Antibiyotik duyarlılık analizinde kullanılan antibiyotikler, Klinik ve Laboratuvar Standartları Enstitüsü (Clinical and Laboratory Standards Institute, CLSI) önerilerine uygun olarak seçilmiştir. Elde edilen sonuçlar kaydedilmiştir.

3.4 Etik Kurul Onayı

Bu çalışma, Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından 16.05.2022 tarih ve 356 nolu karar ile onaylanmıştır.

3.5 İstatistiksel Değerlendirme

Araştırma verilerinin istatistiksel analizleri, görselleştirme ve modelleme için IBM Statistical Package for Social Sciences (IBM SPSS) Windows için sürüm 28.0 (SPSS Inc. Chicago, IL); Python programlama dilinin *SciPy*, *Scikit-*

learn, *Imbalanced-learn*, *NumPy*, *Pandas*, *Seaborn* ve *Matplotlib Pyplot* kütüphaneleri kullanılmıştır. Değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri yorumlanırken sürekli değişkenler için “ortalama $\pm$ standart sapma”, kategorik değişkenler için ise frekans ve yüzde bilgilerinden faydalanılmıştır. İki kategorik bağımsız değişkenin ilişkisini (birbirlerinden bağımsız olup olmadığını) test etmek için *Pearson Ki-Kare* testi kullanılmıştır.

Farklı gruplar için sürekli bağımsız değişkenlerin değerleri arasında anlamlı bir fark olup olmadığına dair hipotez testi yapılırken öncelikle parametrik testlerin varsayımlarından olan “normal dağılımdan gelme” ve “varyans homojenliği” test edilmiştir:

- Verilerin normal dağılımdan gelip gelmediğini test etmek için *Shapiro-Wilk* testi kullanılmıştır. *p* değerinin 0,05’ten büyük olması durumunda bağımsız değişkenin normal dağılımdan geldiği kabul edilmiştir.
- Sürekli değerleri karşılaştırılan iki grubun aynı varyansa sahip olup olmadığını gösteren ve parametrik test varsayımlarından biri olan varyans homojenliği için *Levene* test kullanılmıştır. *p* değerinin 0,05’ten büyük olması durumunda varyans homojenliği varsayımının sağlandığı kabul edilmiştir.

Parametrik testlerin ön koşulu olan varsayımlar kontrol edildikten sonra hipotez testleri yapılırken;

- Varsayımların sağlanması durumunda;
 - İki grubu karşılaştırılırken *T-test* kullanılmıştır.

- İki den fazla grup karşılaştırılırken *ANOVA* kullanılmıştır.
- p değerinin 0,05'ten küçük olması durumunda gruplar arasında anlamlı fark olduğu kabul edilmiştir.
- Varsayımlardan herhangi birinin sağlanmaması durumunda;
 - İki grubu karşılaştırırken *Mann Whitney U* testi kullanılmıştır.
 - İki den fazla grubu karşılaştırırken *Kruskal-Wallis H-test* kullanılmıştır.
 - p değerinin 0,05'ten küçük olması durumunda gruplar arasında anlamlı fark olduğu kabul edilmiştir.

3.6 Makine Öğrenmesi

3.6.1 Veri Seti Hazırlama

Veri setimiz toplamda 582 adet örnekten (kateter) oluşmaktadır. Her bir veri örneği için toplamda 6 adet sürekli, 16 adet kategorik değişken mevcuttur. Sürekli değişkenler; gestasyonel yaş, doğum ağırlığı, enteral beslenmeye başlanma günü, kateterin takılma günü, kateterin takılı kalma süresi ve HYS'dir. Kategorik değişkenler; kateter tipi, cinsiyet, doğum şekli, yatış tanıları, maternal risk faktörleri, maternal enfeksiyon, maternal antibiyotik kullanımı, ventilasyon desteği çeşidi, alınan antibiyotik tedavileri, flukonazol tedavisi, total parenteral nütrisyon (TPN) ihtiyacı, kateter ucu kültüründe üreme, kan kültüründe üreme,

kateter ilişkili komplikasyon gelişimi, kanıtlanmış KİKDE, ilk 24 saat antibiyotik tedavisidir.

Makine öğrenmesinde geliştirilen modellerin daha çeşitli veriler ile beslenebilmesi ve bu sayede daha yüksek performans gösterebilmesi için mevcut değişkenler kullanılarak yeni değişkenler oluşturulmuştur (örneğin; hastanın doğum haftası ile kateterin takıldığı gün toplanarak yeni bir öznitelik olan kateter takıldığında hastanın düzeltilmiş yaşı verisi oluşturulmuştur).

Makine öğrenmesi modelleri sayısal olmayan (yazı, özel karakter vs. içeren) veriler ile sorunlu çalışabildiği ve özellikle lineer algoritmalarda çalışmayabildiği için kategorik veriler üzerinde birtakım düzenlemeler yapılması gerekmektedir. Bu nedenle, aralarında hiyerarşik düzen olan kategorik değişkenler *Label Encoder* yöntemi ile sayısal hale getirilmiştir (örneğin; doğum ağırlığı ≤ 1000 gr olanlar: 1, 1001-1500 gr: 2, 1501-2500: 3, >2500 gr: 4 olacak şekilde değer atanmıştır). Aralarında herhangi bir hiyerarşi olmayan kategorik değişkenlerde ise *One Hot Encoder* yöntemi kullanılmış ve değişkenler sayısal hale getirilmiştir (örneğin; kateter tipleri için UAK, UVK ve PSYK adlı üç farklı değişken oluşturulmuş, umbilikal ven ile ilgili veri satırlarının UAK değişkenine 1 değeri atanırken UVK ve PYSK değişkenlerine 0 değeri atanmıştır).

Bütün bu düzenlemeler sonucunda elde edilen değişkenler ile veri görselleştirme işlemi yapılmıştır. Bu işlem, veri kümelerinin kolayca okunabilir şekillerde gösterilmesini amaçlamaktadır. Bu sayede veri kümesindeki belli kalıp, eğilim ve örüntülerin anlaşılabilir olarak sonraki adımlarda neler yapılacağına ilişkin daha anlamlı kararlar verilebilmesi sağlanmaktadır. Veri görselleştirme işlemi

sonucunda HYS'yi tahminlemek için oluşturulan veri setindeki 306 hastanın 6 adedi aykırı değer olması nedeniyle çalışma dışı bırakılmıştır.

Makine öğrenmesi modellerinde sürekli değişkenler arasındaki ölçek farklılıkları (örneğin; HYS 2 ile 197 aralığında değerler alırken doğum ağırlığının 530 ile 4660 aralığında değerler alması) algoritmaların lokal ve global optimum değerlere ulaşma süresi ve ihtimalini azaltabilmektedir. Buna çözüm olarak sürekli değişkenlere *StandardScaler* yöntemi ile standardizasyon yapılmıştır. Bu yöntemle her bir sürekli değer; ortalamaları 0, standart sapmaları ise 1 olacak şekilde dönüştürülmüştür (82).

Veriler üzerindeki düzenlemeler yapıldıktan sonra veri seti %80 eğitim seti ve %20 test seti olarak iki parçaya ayrılmıştır. Bu sayede, eğitim seti üzerinden geliştirilen modellerin, modelin hiç görmediği test seti üzerinde nasıl performans gösterdiğini yani modelin genelleştirilebilme performansını ölçmek mümkün olmaktadır. Çalışmamızda HYS ve KİKDE gelişimi değişkenlerinin tahminlenmesi amaçlanmıştır. HYS'yi tahminlemek için; 300 hasta verisinden 240 adedi eğitim seti, 60 adedi ise test seti olarak ayrılmıştır. HYS sürekli değerlerden oluştuğu için bu değişkenin tahminlenmesinde regresyon algoritmaları kullanılmıştır. KİKDE gelişimini tahminlemek için; 582 kateter verisinden 465 adedi eğitim seti, 117 adedi ise test seti olarak ayrılmıştır. KİKDE gelişimi, var veya yok olarak iki kategorik değer alabildiği için KİKDE gelişiminin tahminlenmesinde ise sınıflandırma algoritmaları kullanılmıştır.

Sınıflandırma algoritmalarının büyük bir kısmında, eğitim setlerinin dengeli dağıldığı varsayılmaktadır. Ancak, özellikle bir hastalık tespitinde

kullanılan veri setleri dengesiz dağılım gösterebilmektedir. Hastalık çok az örnekle temsil edilirken, sağlam popülasyon çok sayıda örnekle temsil edilir. Çok sayıda olan örnek, az sayıda olan örneği domine edeceği için modelin bu grup üzerinde hatalı tahminler yapması sorunu ile karşılaşılabilir. Bir örnekle açıklamak gerekirse; 100 yenidoğanın olduğu bir veri setimiz olduğunu ve bu yenidoğanların ikisinde KİKDE gelişmiş olduğunu varsayalım. Bu veri seti ile eğitilen model, 100 yenidoğanın hepsini sağlıklı olarak tahminlediğinde modelin doğruluğu %98 gibi çok yüksek bir değer çıkacaktır. Ancak, aslında model KİKDE gelişen hastaların hiçbirini doğru tahmin edememiştir. Söz konusu bir hastalığın teşhisi ise bir hastayı, hasta değil diye sınıflandırmak; hasta olmayanı, hasta diye sınıflandırmaktan çok daha ciddidir. Bu nedenle, yanlış negatifliklerin önüne geçmek için modeli değerlendirirken modelin doğruluk performansı kadar duyarlılık performansına da önem verilmelidir.

Dengesiz veri seti problemini çözmek için literatürde çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Çalışmamızda, veri biliminde sıklıkla tercih edilen *Adaptive Synthetic Algorithm* (ADASYN) ve *Synthetic Minority Over-sampling Technique* (SMOTE) yöntemleri denenmiştir.

SMOTE yönteminde azınlık sınıfındaki örnekler kopyalanıp çoğaltılmaz. Bunun yerine en yakın komşularına bakılarak sentetik örnekler üretilir. Bu sayede aşırı öğrenme problemi (*overfitting*) de engellenmiş olur. ADASYN yönteminde ise veri seti içindeki örneklere ağırlık değerleri atanır. Sayıca az olan örneklere yüksek ağırlık değeri atanırken, sayıca fazla olan değerlere ise düşük ağırlık değeri atanır. Böylece aradaki denge sağlanmaya çalışılır (82,86). Çalışmamızda,

582 kateterin sadece 44'ünde KİKDE gelişmiştir. Oransal dağılım farkı çok yüksek olduğu için dengesiz veri seti problemi oluşmuş olup, bu problem ADASYN yöntemi ile giderilmeye çalışılmıştır.

3.6.2 Öznitelik Seçimi

Veri seti içindeki hedeflenen modeli oluşturmamızı sağlayan bağımsız değişkenlere öznitelik (*feature*) denilmektedir. Öznitelik seçimi, modelin performansını en iyi şekilde artırmak için veri seti içindeki en yararlı öznitelikleri seçme sürecidir. Fazla sayıda ve modelin performansına çok etki etmeyen özniteliklerin varlığı modelin anlaşılabilir olmasını engeller ve modelin yorumlanabilirliğini azaltır. Ayrıca eğitim setinde aşırı öğrenme problemi yaratacağı için modelin test setini tahminleme başarısını düşürür (82).

Çalışmamızın amacı, KİKDE gelişimi ve HYS'nin hastanın YYBÜ'ye yattığı ilk 24 saat içerisinde elde edilen veriler ışığında belirlenmeye çalışılmasıdır. Bu nedenle veri setindeki ilk 24 saate ait olmayan değişkenler modellemeye dahil edilmemiştir. Çalışmaya dahil edilen öznitelikler (Tablo 4) Ki-Kare yöntemi ile önem sırasında göre sıralanmış olup sıralama sonucunda üstte yer alan öznitelikler önceliklendirilecek şekilde çok sayıda farklı kombinasyon denenmiştir. Bu sayede modellerin performansını en çok arttıran öznitelikler seçilebilmektedir.

Tablo 4. HYS ve KİKDE gelişimi için değerlendirilen öznitelikler

Öznitelik Adı	Verilen Değer
Annede idrar yolu enfeksiyonu (İYE)	Yok=0, Var=1
Erken membran rüptürü (EMR)	Yok=0, Var=1
Koryoamniyonit	Yok=0, Var=1
Preeklampsi	Yok=0, Var=1
Annede hipotiroidi	Yok=0, Var=1
Annede diyabetes mellitus	Yok=0, Var=1
Maternal enfeksiyon (İYE, EMR, Koryoamniyonit)	Yok=0, Var=1
Maternal antibiyotik kullanımı	Yok=0, Var=1
Maternal risk faktörü (enfeksiyon veya annede antibiyotik kullanımı)	Yok=0, Var=1
Gestasyonel yaş (hafta)	Sürekli
Gestasyonel yaş (kategorik)	<28 hf=1, 28-32 hf=2, 32-36 hf=3, ≥37hf=4
Doğum ağırlığı (gram)	Sürekli
Doğum ağırlığı (kategorik)	≤1000 gr=1, 1001-1500 gr=2, 1501-2500=3, >2500 gr=4
Doğum şekli	NSVY=0, C/S=0
Cinsiyet	Kız=0, Erkek=1
Yatış tanısı (kategorik)	Solunumsal patolojiler=1, Polisitemi=2, Beslenme intoleransı=3, Nörolojik patolojiler=4, KKH=5
Solunumsal patolojiler	Yok=0, Var=1
Polisitemi	Yok=0, Var=1
Beslenme intoleransı	Yok=0, Var=1
Nörolojik patolojiler	Yok=0, Var=1
Konjenital kalp hastalığı (KKH)	Yok=0, Var=1
UAK	Yok=0, Var=1
UVK	Yok=0, Var=1
PYSK	Yok=0, Var=1
Düzeltilmiş yaş (kateter takıldığı sırada)	Sürekli
Ventilasyon tipi (kateter takıldığı sırada)	Yok=0, NIV=1, iMV=2
İlk 24 saat antibiyoterapi	Yok=0, Var=1
Ampisilin antibiyoterapisi	Yok=0, Var=1
Penisilin antibiyoterapisi	Yok=0, Var=1
Amikasin antibiyoterapisi	Yok=0, Var=1
Flukonazol tedavisi	Yok=0, Var=1
TPN ihtiyacı	Yok=0, Var=1
Enteral beslenmeye başlama günü	Sürekli
HYS (gün)	Sürekli
KİKDE gelişimi	Yok=0, Var=1

3.6.3 Denetimli Makine Öğrenmesi Algoritmaları

HYS ve KİKDE gelişimini tahminlemek için 13 farklı denetimli makine öğrenmesi algoritmasından faydalanılmıştır. Bunlar; Lineer Regresyon (*Linear Regression, LR*), Lojistik Regresyon (*Logistic Regression, LR*), K-En Yakın Komşu (*K-Nearest Neighbour, KNN*), Destek Vektör Makinesi (*Support Vector Machine, SVM*), Karar Ağacı (*Decision Tree, DT*), Rastgele Orman (*Random Forest, RF*), Torbalama (*Bagging*), Adaptif Artırma (*Adaptive Boosting, AdaBoost*), Gradyan Artırma (*Gradient Boosting, GB*), Hafif Gradyan Artırma Makineleri (*Light Gradient Boosting Machine, LightGBM*), Ekstrem Gradyan Artırma (*Extreme Gradient Boosting, XGBoost*), Kategorik Artırma (*Categorical Boosting, CatBoost*), Çok Katmanlı Algılayıcı (*Multi-Layer Perceptron, MLP*)'dır.

- **Lineer Regresyon:** Regresyon algoritmalarında, belirlenen bir hedef değişken en az sayıda değişken kullanılarak ve en yüksek başarı ile tahminlenmeye çalışılır. Lineer regresyon algoritması, hedef değişkenin bir sayısal değer olduğu durumlarda kullanılır (82).
- **Lojistik Regresyon:** Lojistik regresyon algoritması, hedef değişkenin bir kategorik değer olduğu sınıflandırma problemlerinde kullanılır (87).
- **K-En Yakın Komşu:** Bu algoritmada sınıf kategorisi bilinmeyen veri, sınıfı belli olan kendisine en yakın konumdaki K adet

komşusunun çoğunluğunun sınıf kategorisi ile sınıflandırılır (82,88).

- **Destek Vektör Makinesi:** Bu algoritma, farklı sınıflara ait verileri birbirinden uzaklaştırırken aynı sınıftaki verileri birbirine yakınlaştıran vektör tabanlı bir karar sınırı belirler. Bu karar sınırı verinin sınıflandırılması ve regresyonunda kullanılır (82).
- **Karar Ağacı:** Karar ağacı, bir veri kümesini bir dizi karar kuralları uygulayarak daha küçük kümelere bölmek için kullanılan yapıdır (89). Bu algoritma, veri kümesindeki değişkenlerin birbirleriyle olan ilişkilerini gösteren bir ağaç yapısı oluşturur ve bu ilişkileri kullanarak karar vermeyi sağlar.
- **Rastgele Orman:** Bu algoritmada birden fazla karar ağacı kullanılır. Her bir karar ağacı ayrı tahminde bulunur ve en çok oy alan nihai tahmin olur. Bu sayede ağaçlar birbirlerinin hatalarından etkilenmezler (82).
- **Torbalama Algoritması:** Bu algoritmalarda veri kümesinden rastgele örnekler seçilir. Bu örnekler ile farklı modeller oluşturulur. Bu modellerin yaptıkları tahminlerin ortalaması alınır veya modellere oylama yaptırılır. Bu yöntem ile tahminleme performansının artırılması ve tahminleme farklılığının (varyans) düşürülmesi amaçlanmaktadır (82).
- **Artırma Algoritmaları:** Bu algoritmalarda, çok sayıda zayıf öğrenici bir araya getirilerek bir adet güçlü öğrenici oluşturulur.

Veri setinden belli bir oranda olmak koşuluyla rastgele veriler çekilerek birçok zayıf öğrenici eğitilir. Bu zayıf öğreniciler genellikle karar ağacı yapısındadır. Model öğrenmesi, zayıf öğrenicilerin tahminlemekte sıklıkla hata yaptığı veriler üzerine yoğunlaştırılır ve böylelikle hatalı tahminleri üzerine yoğunlaşan modelin performansı diğer makine öğrenmesi modellerinin ulaşmakta zorlanacağı tahminleme performansına ulaşabilir (82).

- **Çok Katmanlı Algılayıcı:** Bu algoritmanın amacı modele verilen öznitelikler kullanılarak yapay bir sinir ağı vasıtasıyla birtakım çıktılar elde etmektir. Bu çıktılar, sınıflandırma modellerinde tahminlenmek istenen verinin hangi sınıfa ait olduğuna ilişkin sıfır ile bir arasında bir olasılık verir. Regresyon modelinde ise tahminlenmek istenen veriye ilişkin sayısal bir değer verir (82).

3.6.4 Hiper Parametre Kestirimi

Hiper parametreler, modelin eğitiminde kullanılan ve performansını etkileyen değişkenlerdir. Hiper parametre kestirimi (*Hyperparameter Tuning*) ise modelin performansını optimize etmek için modelin hiper parametrelerini belirli değerlere ayarlama işlemidir. Doğru hiper parametrelerin kullanılması, modelin performansını iyileştirmekte ve daha doğru tahminler yapmasını sağlamaktadır. Hangi hiper parametrelerin en iyi performansı sağlayacağı; kullanılan makine öğrenmesi algoritması, problemin cinsi, kullanılan veriler ve öznitelikler gibi birçok değişkene bağlı olduğu için model oluşturulmadan öngörülemez. Bizim

çalışmamızda, mevcut girdileri kullanarak en iyi performansı gösterecek modelin belirlenmesi için *GridSearch* hiper parametre kestirim algoritması kullanılmıştır. Bu algoritma, bir makine öğrenme algoritması için belirlenen hiper parametrelerin tüm farklı kombinasyonlarını dener ve en iyi performansı gösteren kombinasyonu bulmaya çalışır. Örneğin; 3 farklı kriter (*criterion*), 5 farklı derinlik (*depth*) seviyesi ve 2 farklı bölme (*split*) hiper parametrelerinin denenmesine karar verilen bir karar ağacı toplamda $3 \times 5 \times 2 = 30$ kez eğitilir ve bu kombinasyonlardan en iyi performans gösteren model seçilir (82).

3.6.5 K-Katlamalı Çapraz Doğrulama

Çapraz doğrulama (*Cross Validation*), eğitim seti kullanılarak oluşturulmuş modelin performansını eğitim setinin farklı parçalarını kullanarak değerlendirmek ve bu sayede test seti üzerinde nasıl bir performans göstereceğini öngörmek için kullanılan bir tekniktir.

Çalışmamızın önceki aşamalarında veri seti %80 eğitim ve %20 test seti olarak iki parçaya ayrılmıştı. Test seti, eğitilen modellerden en başarılı olanın nihai performansını değerlendirmek için yalnızca bir kere kullanılabilir. Bu nedenle eğitim modelleri arasından en iyi olanı seçme amacıyla eğitim seti içerisinde de bir test setine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu test setine doğrulama (*validation*) seti denir. Bu yöntemde eğitim seti k parçaya bölünür. Parçalardan biri doğrulama seti olarak kullanılmak üzere ayrılır; kalan $k-1$ parça ile modeller eğitilir. Eğitilen modele, ayrılan parçaya ait veriler gösterilerek doğrulama yapılır ve modellerin tahminleri bir araya getirilerek ortalama bir tahmin elde edilir. Bu

teknikğin avantajı, bir veri seti ile k farklı model eğitilebilmesi ve bu sayede modelin genel başarısını artırma olanağı sunmasıdır. Buna ek olarak, bölünen bu eşit parçaların seçim yanlılığı oluşturup oluşturmadığı teyit edilebilir. Bu sayede test setinin de seçim yanlılığına maruz kalıp kalmadığı hakkında fikir sahibi olunabilir.

Literatürde k sayısı olarak sıklıkla 5 veya 10 sayıları kullanılmaktadır (82). Çalışmamızda k değeri 5 olarak belirlenmiştir. %80'lik eğitim seti %16'lık beş eşit parçaya bölünmüştür. Bölünen bu eşit parçalar seçim yanlılığı açısından kontrol edilmiş, bu sayede eğitilen parçaların uygun rastgeleliği sağladığı teyit edilmiştir. Model, beş parçanın dördü kullanılarak eğitilmiş, kalan bir parça doğrulama seti şeklinde kullanılarak modelin performansı değerlendirilmiştir. Bu işlem beş kere tekrarlanıp model için beş farklı performans değeri elde edilmiştir. Bu değerlerin ortalaması, kullanılan makine öğrenmesi algoritmasının oluşturduğu modelin nihai performansı olmaktadır (Şekil 12). Bu işlem her bir makine öğrenmesi algoritması için tekrarlanmış olup her biri için performans puanı hesaplanarak içlerinden en başarılı algoritma seçilmiştir.



Şekil 12. Çapraz doğrulama tekniği görselleştirmesi

3.6.6 Değerlendirme Ölçütleri

Model eğitmede kullanılan denetimli makine öğrenmesi algoritmalarının veri setleri üzerinde gösterdiği performansı ölçümlemek için çeşitli değerlendirme ölçütlerinden faydalanılmaktadır. Sınıflandırma modellerini değerlendirmek için doğruluk, kesinlik, duyarlılık, F1 skoru, işlem karakteristik eğrisi altında kalan alan ve karmaşıklık matrisi kullanılmakta iken regresyon modellerini değerlendirmek için ortalama mutlak hata, kök ortalama kare hata ve R^2 kullanılmaktadır.

3.6.6.1 Sınıflandırma Modellerinin Değerlendirilmesi

Çalışmamızda, KİKDE gelişimini tahminlemek için sınıflandırma modelleri kullanılmıştır. Daha önce de bahsedildiği gibi; veri setimiz KİKDE gelişimi açısından dengeli bir dağılım sağlamadığı için, performans değerlendirmesinde doğruluk ölçütü yeterli olmamakta, işlem karakteristik eğrisinin altında kalan alan ve F1 skoru gibi ölçütlerin de kullanılması gerekmektedir. Bu probleme sahip veri setlerinin performanslarının daha iyi yorumlanabilmesi için Karmaşıklık Matrisi (*Confusion Matrix*) de sıklıkla kullanılan bir görselleştirme yöntemidir (Tablo 5).

Tablo 5. Karmaşıklık matrisi

		Tahmin Edilen Değer	
		Pozitif	Negatif
Gerçek Değer	Doğru	DP	YN
	Yanlış	YP	DN

DP: Doğru pozitif
YN: Yanlış negatif
YP: Yanlış pozitif
DN: Doğru negatif

- **Doğruluk (Accuracy):** Gerçekten hasta ve sağlam olan popülasyonun hangi oranla doğru tahminlenebildiğini göstermektedir. Doğru pozitif ve doğru negatif olarak tahmin edilen değerlerin sayısının, tüm tahminlerin sayısına bölümü ile hesaplanmaktadır.

$$\text{Doğruluk} = \frac{DP + DN}{DP + YP + DN + YN}$$

- **Kesinlik (Precision):** Pozitif olarak tahmin edilen değerlerin gerçekte hangi oranda pozitif olduğunu göstermektedir. Modelde doğru tahmin edilen pozitif değerlerin, pozitif olarak tahmin edilen doğru ve yanlış değerlerin toplamına bölünmesi ile elde edilir.

$$Kesinlik = \frac{DP}{DP + YP}$$

- **Duyarlılık (Recall):** Pozitif olarak tahmin edilmesi gereken değerlerin gerçekte hangi oranda pozitif olarak saptanabildiğini göstermektedir. Duyarlılık özellikle KİKDE gelişimi gibi yanlış negatiflik oranının maliyetinin yüksek olduğu durumlarda önemlidir. Bu gibi durumlarda duyarlılık ölçütünün mümkün olduğunca yüksek olması istenmektedir. Modelde doğru olarak tahmin edilen pozitif değerlerin, gerçekte olan pozitif değerlere bölünmesi ile hesaplanır.

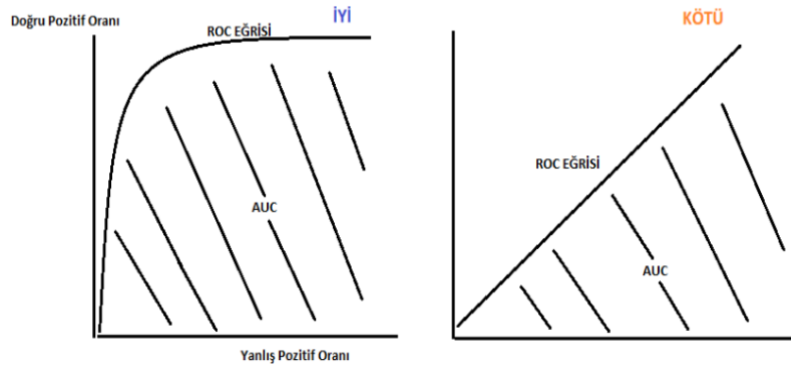
$$Duyarlılık = \frac{DP}{DP + YN}$$

- **F1 Skoru:** Daha doğru ve güvenilir bir ölçüm için kesinlik ve duyarlılık değerlerinin birlikte değerlendirildiği bir yöntemdir. Dengeli dağılmayan veri setlerinde hatalı bir model seçimi yapmamak için kullanılmaktadır. Kesinlik ve duyarlılık değerlerinin harmonik ortalaması alınarak hesaplanır.

$$F1 = 2 \times \frac{Kesinlik \times Duyarlilik}{Kesinlik + Duyarlilik}$$

- **İşlem Karakteristik Eğrisi (Receiver Operating Characteristics Curve, ROC Curve):** İkili sınıflandırma modellerinin

doğruluklarını ölçmek için kullanılan bir grafikdir. Dikey eksen üzerinde doğru pozitiflik oranı (duyarlılık), yatay eksen üzerinde ise yanlış pozitiflik oranı (1-özellik) yer alır. Bir testin ayırt etme gücünün belirlenmesi, uygun pozitif eşik değerin belirlenmesi ve performanslarının değerlendirilmesi ile birden fazla testin performanslarının karşılaştırılmasında kullanılmaktadır (90). Eğri altında kalan alan (*Area Under the Curve, AUC*) modelin sınıflandırma performansının ne kadar iyi olduğunu gösterir. AUC modelin performansına göre 0 ile 1 arasında değer alabilir. Model ne kadar iyi tahminliyorsa 1'e o kadar yakın değer alır; yani eğrinin altında kalan alan o kadar fazladır (Şekil 13).

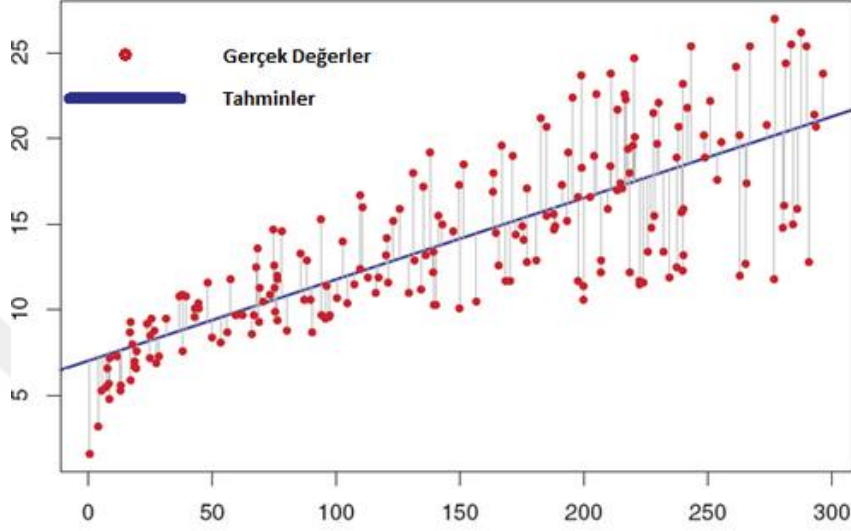


Şekil 13. İşlem karakteristik eğrisi ve altında kalan alan

3.6.6.2 Regresyon Modellerinin Değerlendirilmesi

Çalışmamızda, hastanede yatış ve PYSK takılı kalma sürelerini tahminlemek için regresyon modelleri kullanılmıştır. Regresyon modellerinin performansını değerlendirmek için kullanılan değerlendirme ölçütleri; *MAE*,

$RMSE$ ve R^2 dir. Bu ölçütler, gerçek değerler ile modelin tahminlediği değerler arasındaki farktan faydalanarak hesaplanır (Şekil 14).



Şekil 14. Regresyon modellerinin değerlendirilmesi

- **Ortalama Mutlak Hata (Mean Absolute Error, MAE):** Gerçek değer (y) ile modelin tahminlediği değer ($\hat{y}$) arasındaki her bir farkın mutlak değerinin ortalamasıdır. Sıfıra ne kadar yakınsa modelin performansı o kadar iyidir (82).

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |y_t - \hat{y}_t|$$

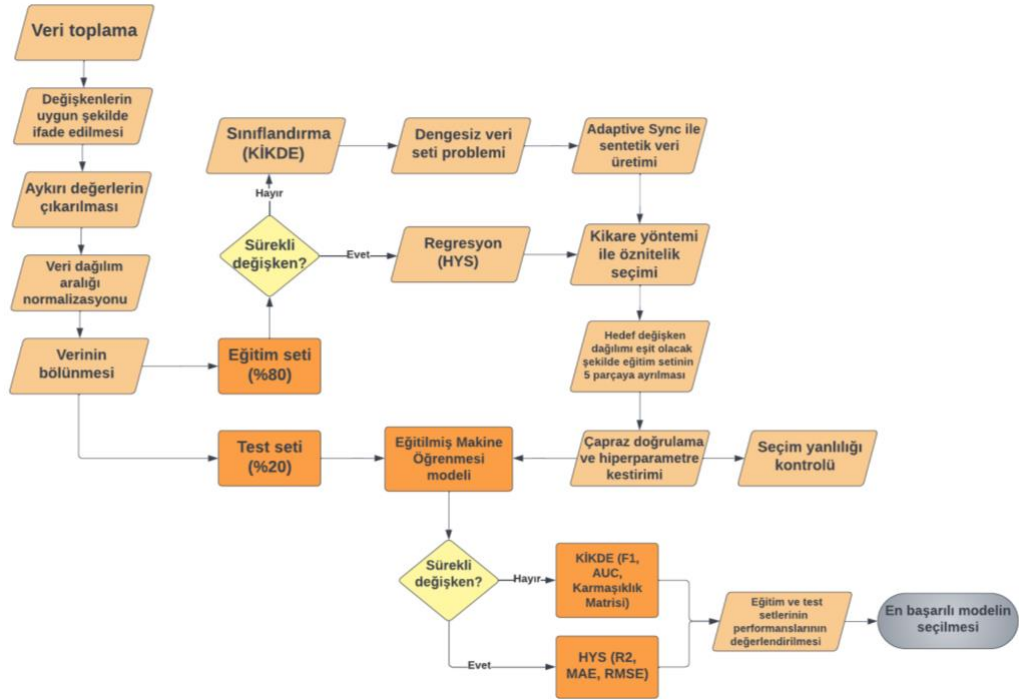
- **Kök Ortalama Kare Hata (Root Mean Squared Error, RMSE):** Gerçek değer (y) ile modelin tahminlediği değer ($\hat{y}$) arasındaki her bir farkın karelerinin ortalamasının kareköküdür. Sıfıra ne kadar yakınsa modelin performansı o kadar iyidir (82).

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (y_t - \hat{y}_t)^2}$$

- **R^2 (R-Squared):** Açıklanabilen varyasyonun toplam varyasyona bölümünün birden çıkarılması ile bulunmaktadır. R^2 değeri bire ne kadar yakınsa modelin tahminleme gücü çoğunlukla o kadar iyidir. Ancak R^2 değerinin aşırı öğrenme durumunda da yüksek olabileceği akılda tutulmalıdır (82).

$$R^2 = 1 - \frac{\sum(y - \hat{y})^2}{\sum(y - \bar{y})^2}$$

3.6.7 Model Oluşturma Sürecinin Akış Şeması



Şekil 15. Model oluşturma sürecinin akış şeması

4. BULGULAR

4.1 Hastalara Ait Demografik ve Klinik Özellikler

Çalışmamızda, Ocak 2019 ile Aralık 2021 tarihleri arasında YYBÜ'deki takibi sırasında UAK, UVK ve/veya PYSK yerleştirilen 373 yenidoğan incelenmiştir. 67 yenidoğan, kateterleri çıkarılmadan exitus olmaları veya tedavisinin devamı için başka bir merkeze sevk edilmeleri nedeniyle çalışma dışı bırakılmıştır.

Çalışmamıza alınan 306 hastanın 170'i (%55,6) erkek, 136'sı (%44,4) kız; 46'sı (%15) normal spontan vajinal yol (NSVY), 260'ı (%85) sezaryen (C/S) ile doğmuştur. Hastaların 98'i (%32) term, 208'i (%68) preterm olup, ortalama gestasyonel yaş 34,4 hafta (standart sapma=3,7) idi. Hastaların ortalama ağırlıkları 2241,1 gram (standart sapma=902,5) idi. Hastaların YYBÜ'de ortalama yatış süresi 28,3 gün (standart sapma=27) idi (Tablo 6).

Tablo 6. Kateterizasyon uygulanan hastaların demografik özellikleri

Cinsiyet, n (%)	
Erkek, n (%)	170 (55,6)
Kız, n (%)	136 (44,4)
Doğum Şekli, n (%)	
C/S, n (%)	260 (85,0)
NSVY, n (%)	46 (15,0)
Gestasyonel Yaş (hafta)*	34,4 ± 3,7
Preterm, n (%)	208 (68)
Term, n (%)	98 (32)
Doğum Ağırlığı (gram)*	2241,1 ± 902,5
En düşük ağırlık (gram)	530
En yüksek ağırlık (gram)	4660
HYS (gün)*	28,3 ± 27
En kısa yatış süresi (gün)	2
En fazla yatış süresi (gün)	197

*Ortalama ± SS (SS: Standart Sapma)

Kateterizasyon uygulanan hastaların gestasyonel yaşlarına bakıldığında; 23'ü (%7,5) 28 hafta altında, 62'si (%20,3) 28^{0/7} hafta ile 31^{6/7} hafta arası, 123'ü (%40,2) 32^{0/7} hafta ile 36^{6/7} hafta arası, 98'i (%32) 37 hafta ve üzerindeydi (Tablo 7).

Tablo 7. Gestasyonel yaşa göre hasta dağılımı

Gestasyonel Yaş	Sayı (n)	Yüzde (%)
< 28 hafta	23	7,5
28 – 32 hafta arası	62	20,3
32 – 36 hafta arası	123	40,3
≥ 37 hafta	98	32,0

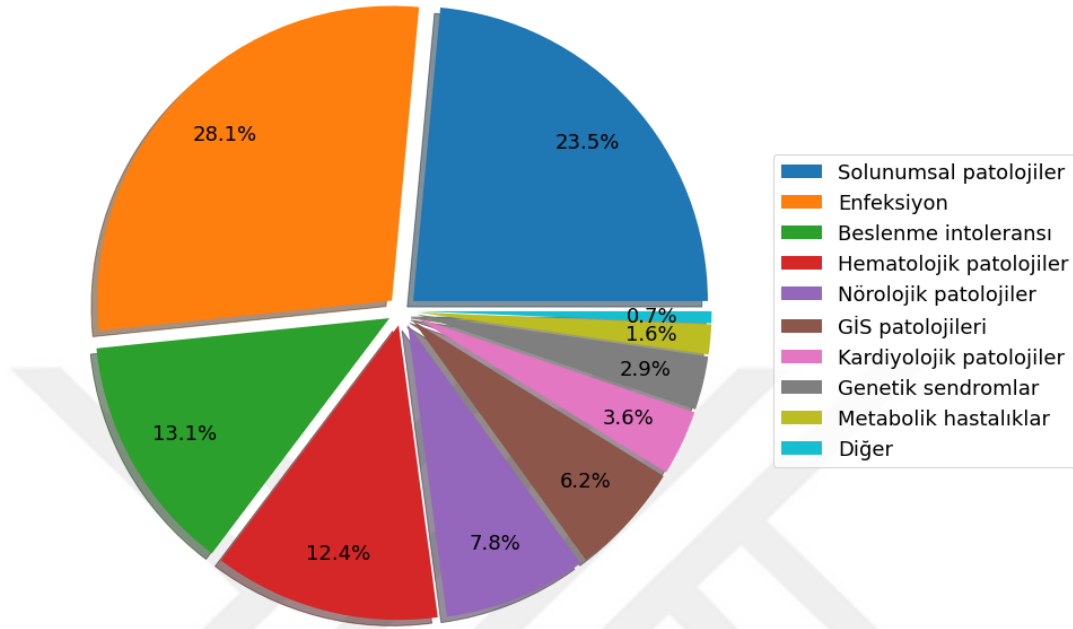
Hastaların doğum ağırlıklarına bakıldığında; 20'si (%6,5) 1000 gram ve altında, 62'si (%20,3) 1001-1500 gram arasında, 90'ı (%29,7) 1501-2500 gram arasında, 134'ü (%43,5) 2500 gram üzerindeydi (Tablo 8).

Tablo 8. Doğum ağırlığına göre hasta dağılımı

Doğum Ağırlığı	Sayı (n)	Yüzde (%)
≤ 1000 gr	20	6,5
1001 – 1500 gr	62	20,3
1501 – 2500 gr	91	29,7
> 2500 gr	133	43,5

Kateterizasyon uygulanan hastaların YYBÜ'ye yatış tanılarının dağılımı incelendiğinde; enfeksiyon (%28,1), solunumsal patolojiler (%23,5), beslenme intoleransı (%13,1) ve hematolojik patolojiler (%12,4) en sık görülen yatış nedenleridir (Şekil 16).

Tanılarına Göre Hasta Dağılımı



Şekil 16. Tanılarına göre hasta dağılımı

Hastaların 218'ine (%71,2) yatışlarının ilk 24 saatinde antibiyotik tedavisi verilmiştir. 202 hasta (%66,0) invaziv ve/veya noninvaziv solunum desteği almıştır. 154 hasta (%49,7) TPN desteği almıştır (Tablo 9).

Tablo 9. Uygulanan destek tedavilerine göre hasta dağılımı

Destek Tedavileri	Sayı (n)	Yüzde (%)
Antibiyoterapi (ilk 24 saat)	218	71,2
Solunum desteği	202	66,0
TPN	154	49,7

Hastalara kateter takılı olduğu süre boyunca verilen solunum destek tedavileri incelendiğinde; 104 hastanın (%34,0) herhangi bir solunum desteği almadığı saptanmıştır. 113 hasta (%36,9) noninvaziv ventilasyon (NIV) desteği

alırken, 89 hasta (%29,1) hem invaziv mekanik ventilasyon (iMV) hem de NIV desteği almıştır (Tablo 10).

Tablo 10. Solunum destek tedavilerine göre hasta dağılımı

Solunum Destek Tedavileri	Sayı (n)	Yüzde (%)
Yok	104	34,0
NIV	113	36,9
NIV + iMV	89	29,1

4.2 Santral Kateterlere Ait Özellikler

Çalışmaya alınan 306 hastaya toplamda 582 kateter takılmıştır. Takılan kateterlerin 151'i (%26) UAK, 286'sı (%49) UVK ve 145'i (%25) PYSK idi. 133 hastaya 1 adet, 100 hastaya 2 adet, 52 hastaya 3 adet, 15 hastaya 4 adet, 4 hastaya 5 adet, 1 hastaya 6 adet, 1 hastaya toplamda 7 adet kateter takılmıştır. Yalnızca PYSK takılan hastalar incelendiğinde; 77 hastaya 1 adet, 23 hastaya 2 adet, 3 hastaya 3 adet, 2 hastaya 4 adet, 1 hastaya 5 adet PYSK takıldığı belirlenmiştir.

Takılan kateterlerin özellikleri incelendiğinde; toplam kateter gününün UAK için 820 gün, UVK için 1716 gün, PYSK için 1789,5 gün olduğu saptanmıştır. UAK'nin; ortalanca takılma günü 1 gün, ortalanca takılı kalma günü 5 gün, ortalanca çıkarılma günü 6 gün olarak saptanmıştır. UVK'nin; ortalanca takılma günü 1 gün, ortalanca takılı kalma günü 6 gün, ortalanca çıkarılma günü 7 gün olarak saptanmıştır. PYSK'nin ortalanca takılma günü 8 gün, ortalanca takılı kalma günü 10 gün, ortalanca çıkarılma günü 19 gün olarak saptanmıştır (Tablo 11).

Tablo 11. Santral kateterlere ait özellikler

Özellikler	UAK	UVK	PYSK
Toplam kateter günü	820,0	1716,0	1789,5
Kateter takılma günü (ortanca)	1 (1,0 – 3,0)	1 (1,0 – 3,0)	8 (1,0 – 52,0)
Kateter takılı kalma günü (ortanca)	5 (0,5 – 11,0)	6 (0,5 – 16,0)	10 (0,5 – 49,0)
Kateter çıkarılma günü (ortanca)	6 (1,5 – 12,0)	7 (1,5 – 17,0)	19 (3,0 – 97,0)

İlk 24 saat antibiyotik tedavisi; UAK takılan hastaların 140'ına (%32,9), UVK takılan hastaların 224'üne (%52,6), PYSK takılan hastaların 62'sine (%14,6) uygulanmıştır.

TPN desteği; UAK takılan hastaların 96'sına (%25,9), UVK takılan hastaların 143'üne (%38,6), PYSK takılan hastaların 131'ine (%35,4) verilmiştir.

Hastalara takılan kateterler komplikasyon çeşitlerine göre gruplandırıldığında, mekanik komplikasyonlar %7, enfeksiyöz komplikasyonlar %7 ve trombotik komplikasyonlar %0,1 olarak saptanmıştır. Enfeksiyöz komplikasyonlar en sık UVK'de saptanmış olup 18 kateterde (%6,3) gelişmiştir. 7 adet UAK'de (%4,6) ve 12 adet PYSK'de (%8,2) enfeksiyöz komplikasyon gelişmiştir. Mekanik komplikasyonlar 18 adet PYSK'de (%12,3) gelişmiş olup en sık bu grupta saptanmıştır. 8 adet UAK'de (%5,3) ve 11 adet UVK'de (%3,8) mekanik komplikasyonlar gelişmiştir. PYSK'de gelişen mekanik komplikasyonlardan 4'ü aynı hastada meydana gelmiştir. Hastaya yerleştirilen 4 kateterde de flebit meydana gelmiş olup kateterler yenileriyle değiştirilmiştir.

Trombozun 1 adet (%0,7) ile en az gelişen komplikasyon olduğu görülmüştür ve sadece PYSK’de saptanmıştır.

Kateter çeşitleri ile, kateter ilişkili komplikasyon gelişimi ve gelişen komplikasyonların çeşitleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmıştır ($p=0,006$) (Tablo 12).

Tablo 12. Santral kateterlere ait komplikasyonlar

Komplikasyon	UAK	UVK	PYSK	<i>p</i> değeri
	n (%)	n (%)	n (%)	
Yok	136 (90,0)	257 (89,9)	115 (78,8)	0,006
Enfeksiyöz	7 (4,6)	18 (6,3)	12 (8,2)	
Mekanik	8 (5,3)	11 (3,8)	18 (12,3)	
Tromboz	-	-	1 (0,7)	

Hastalar doğum ağırlığına göre gruplandırıldığında; 1000 gr ve altında 20 hasta, 1001-1500 gr arası 62 hasta, 1501-2500 gr arası 91 hasta, 2500 gr üzerinde 133 hasta takip edilmiştir. En fazla yatış süresi 3404 gün ile 1001-1500 gr arası hastalarda, en az yatış süresi 1548 ile 1000 gr ve altında olan hastalarda görülmüştür. Yatışları süresince yerleştirilen kateterlerin toplam takılı kalma süresi 1000 gr ve altındaki hastalarda 732,5 gün, 1001-1500 gr arası hastalarda 1435 gün, 1501-2500 gr arası hastalarda 1017 gün ve 2500 gr üzerinde hastalarda 1141 gündür. Kateter kullanım oranlarına bakıldığında 1000 gr ve altındaki hastalarda 0,47, 1001-1500 gr arası hastalarda 0,42, 1501-2500 gr arası hastalarda 0,51, 2500 gr üzerindeki hastalarda 0,67 olduğu görülmüştür. KİKDE gelişimi %60 oran ile en sık 1000 gr ve altındaki hastalarda görülmüştür. 1001-1500 gr arası hastalarda %22 ile ikinci sıklıkta, 1001-1500 gr arası hastalarda ise %7

oranında KİKDE meydana gelmiştir. En az KİKDE gelişimi %5 ile 2500 gr üzerindeki hastalarda görülmüştür. KİKDE hızı da en sık 16,4/1000 kateter günü ile 1000 gr ve altındaki hastalarda görülmüştür. 1001-1500 gr arası hastalarda 9,8/1000 kateter günü, 1501-2500 gr arası hastalarda 6,9/1000 kateter günü, 2500 gr üzerindeki hastalarda 4,3/1000 kateter günü KİKDE hızı saptanmıştır (Tablo 13).

Tablo 13. KİKDE hızları ve kateter kullanım oranlarının doğum ağırlığına göre dağılımı

Doğum kilosu	Hasta sayısı	Yatış süresi (gün)	Kateter süresi (gün)	KİKDE n (%)	Kateter kullanım oranı	KİKDE hızı (1000 günde)
≤ 1000 gr	20	1548	732,5	12 (60)	0,47	16,4
1001 – 1500 gr	62	3404	1435,0	14 (22)	0,42	9,8
1501 – 2500 gr	91	1980	1017,0	7 (7)	0,51	6,9
> 2500 gr	133	1714	1141,0	5 (3)	0,67	4,3

Hastalar takılan kateter çeşitlerine göre gruplandırıldığında; 151 hastaya UAK, 286 hastaya UVK, 145 hastaya PYSK takıldığı görülmüştür. UAK takılan hastaların toplam yatış süresi 2735 gün, UVK takılan hastaların 3665 gün, PYSK takılan hastaların 2246 gündür. Yatışları süresince yerleştirilen kateterlerin toplam takılı kalma süresi UAK için 820 gün, UVK için 1716 gün, PYSK için 1789,5 gündür. Kateter kullanım oranlarına bakıldığında; 0,30 ile en az UAK, 0,80 ile en fazla PYSK takılmıştır ve UVK'nin kullanım oranı 0,47'dir. UAK takılan hastaların %4'ünde, UVK takılan hastaların %7'sinde, PYSK takılan hastaların %11'inde KİKDE meydana gelmiştir. KİKDE hızı UAK için 8,5/1000 kateter günü, UVK için 12,2/1000 kateter günü, PYSK için 8,9/1000 kateter günüdür (Tablo 14).

Tablo 14. KİKDE hızları ve kateter kullanım oranlarının santral kateter çeşidine göre dağılımı

Kateter tipi	Hasta sayısı	Yatış süresi (gün)	Kateter süresi (gün)	KİKDE n (%)	Kateter kullanım oranı	KİKDE hızı (1000 günde)
UAK	151	2735	820,0	7 (4)	0,30	8,5
UVK	286	3665	1716,0	21 (7)	0,47	12,2
PYSK	145	2246	1789,5	16 (11)	0,80	8,9

KİKDE tanısı alan hastalarda tüm kateter çeşitlerinde en sık metisilin dirençli *Staphylococcus epidermidis* (MRSE) ürettiği saptanmıştır. UAK’de üreyen mikroorganizmalara bakıldığında; MRSE (%42,8) en sık, *Stenotrophomonas maltophilia* (%28,6) ikinci en sık saptanan etkindir. *Serratia marcescens* (%14,3) ve *Ralstonia insidiosa* (%14,3) eşit sıklıkta görülmüştür. UVK’den izole edilen mikroorganizmalar incelendiğinde; MRSE (%60) en sık, *Stenotrophomonas maltophilia* (%10), *Ralstonia insidiosa* (%10) ikinci en sık, *Serratia marcescens* (%5), *Klebsiella oxytoca* (%5), *Enterococcus faecalis* (%5), *Ralstonia picketti* (%5) ve *Koagülaz negatif stafilokok* (KNS) (%5) eşit sıklıkta görülen diğer etkenlerdir. PYSK’de MRSE (%50) en sık, *Klebsiella pneumoniae* (%20) ise ikinci sıklıkta saptanan etkenlerdir. *Klebsiella oxytoca* (%15), *Enterococcus faecalis* (%10) ve *Serratia marcescens* (%5) diğer izole edilen mikroorganizmalardır (Tablo 15).

Tablo 15. KİKDE tanısı alan hastalarda üreyen mikroorganizmalar

Mikroorganizmalar	UAK, n (%)	UVK, n (%)	PYSK, n (%)
KNS	0	1 (5)	0
MRSE	3 (42,8)	12 (60)	10 (50)
<i>Enterococcus faecalis</i>	0	1 (5)	2 (10)
<i>Serratia marcescens</i>	1 (14,3)	1 (5)	1 (5)
<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>	2 (28,6)	2 (10)	0
<i>Ralstonia insidiosa</i>	1 (14,3)	2 (10)	0
<i>Klebsiella oxytoca</i>	0	1 (5)	3 (15)
<i>Ralstonia picketti</i>	0	1 (5)	0
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	0	0	4 (20)

4.3 İstatistiksel Analizler

4.3.1 Periferik Yerleşimli Santral Venöz Kateter Takılı Kalma Süresine

İlişkin İstatistiksel Analizler

Tablo 16’da PYSK’nin takılı kalma süresinde etkili olabilecek risk faktörleri, tek değişkenli ve çok değişkenli lineer regresyon analizi ile güven aralığı (GA) %95 olacak şekilde incelenmiştir. Antibiyoterapi ihtiyacı, kateter ilişkili komplikasyon gelişimi, hastanede yatış günü ($p<0,001$) ve doğum sonrası kateter takılma günü ($p=0,040$) faktörlerinin PYSK’nin takılı kalma süresini etkileyen istatistiksel açıdan anlamlı bağımsız faktörler olduğu saptanmıştır.

Bu bağımsız faktörler lineer regresyonda çok değişkenli olarak analiz edildiğinde, PYSK’nin takılı kalma süresini etkileyen faktörlerin; kateter ilişkili

komplikasyon gelişimi, hastanede yatış günü ($p<0,001$) ve antibiyoterapi ihtiyacı ($p=0,003$) olduğu saptanmıştır.

Tablo 16. PYSK takılı kalma süresinde etkili risk faktörlerinin lineer regresyon analizi

Değişkenler	Tek Değişkenli Analiz		Çok Değişkenli Analiz	
	Risk Faktörü (%95 GA)	p değeri	Risk Faktörü (%95 GA)	p değeri
Gestasyonel yaş	-1,58 (-3,2 – 0,0)	0,055		
Doğum ağırlığı	-1,11 (-2,6 – 0,4)	0,156		
Maternal enfeksiyon	0,31 (-2,7 – 3,3)	0,843		
Maternal antibiyotik	0,69 (-2,6 – 3,9)	0,680		
Ventilasyon tedavisi*	0,11 (-1,2 – 1,4)	0,868		
Antibiyoterapi ihtiyacı	6,09 (2,8 – 9,3)	<0,001	3,94 (1,3 – 6,5)	0,003
Kan kültürü üremesi	0,82 (-3,3 – 4,9)	0,695		
Kateter ucu kültür üremesi	-2,23 (-7,6 – 3,1)	0,412		
KİKDE gelişimi	-0,17 (-4,7 – 4,3)	0,940		
TPN ihtiyacı	0,69 (-4,1 – 5,5)	0,777		
Kateter takılma günü**	0,16 (0,0 – 0,16)	0,040	0,08 (-0,03 – 0,2)	0,182
Komplikasyon gelişimi	-4,11 (-6,0 – -2,1)	<0,001	-5,36 (-7,0 – -3,7)	<0,001
Hastanede yatış süresi	0,12 (0,0 – 0,1)	<0,001	0,14 (0,10 – 0,17)	<0,001

*Hastanede yatış süresi boyunca verilen ventilasyon desteği

**Doğum sonrası postnatal kaçınıcı günde kateter takıldığı

4.3.2 Kateter İlişkili Kan Dolaşımı Enfeksiyonu Gelişimine İlişkin

İstatistiksel Analizler

Tablo 17’de KİKDE gelişiminde etkili olabilecek risk faktörleri, tek değişkenli ve çok değişkenli lojistik regresyon analizi ile GA %95 olacak şekilde incelenmiştir. Gestasyonel yaş, doğum ağırlığı, TPN ihtiyacı, kan kültüründe üreme olması, kateter ucu kültüründe üreme olması ve HYS faktörlerinin ($p<0,001$) KİKDE gelişimini etkileyen istatistiksel açıdan anlamlı bağımsız faktörler olduğu saptanmıştır.

Bu bağımsız faktörler lojistik regresyonda çok değişkenli olarak analiz edildiğinde, KİKDE gelişimini etkileyen risk faktörlerinin; kan ve kateter ucu kültüründe üreme olması ($p<0,001$) olduğu saptanmıştır.

Tablo 17. KİKDE gelişiminde etkili risk faktörlerinin lojistik regresyon analizi

Değişkenler	Tek Değişkenli Analiz		Çok Değişkenli Analiz	
	Risk Faktörü (%95 GA)	<i>p</i> değeri	Risk Faktörü (%95 GA)	<i>p</i> değeri
UAK	0,51 (0,2 – 1,1)	0,120		
UVK	0,94 (0,5 – 1,7)	0,845		
PYSK	1,81 (0,9 – 3,4)	0,071		
Gestasyonel yaş	0,83 (0,7 – 0,9)	<0,001		
Doğum ağırlığı	0,99 (0,9 – 1,0)	<0,001		
Maternal Enfeksiyon	0,72 (0,3 – 1,5)	0,391		
Maternal Antibiyotik	0,91 (0,4 – 1,9)	0,915		
Ventilasyon tedavisi*	0,97 (0,6 – 1,4)	0,918		
Antibiyoterapi ihtiyacı	3,04 (0,9 – 10,0)	0,067		
TPN ihtiyacı	6,30 (2,2 – 17,8)	<0,001		
Kateter takılı kalma günü	1,00 (0,9 – 1,0)	0,977		
Kan kültürü üremesi	92,77 (38,0 – 225,9)	<0,001	83,72 (27,1 – 258,5)	<0,001
Kateter ucu kültürü üremesi	17,98 (8,8 – 36,5)	<0,001	17,52 (5,1 – 59,8)	<0,001
Hastanede yatış süresi (gün)	1,02 (1,0 – 1,0)	<0,001		

*Hastanede yatış süresi boyunca verilen ventilasyon desteği

4.3.3 Hastanede Yatış Süresine İlişkin İstatistiksel Analizler

Tablo 18’de HYS’de etkili olabilecek risk faktörleri, tek değişkenli ve çok değişkenli lineer regresyon analizi ile GA %95 olacak şekilde incelenmiştir. UVK takılması, PYSK takılması, gestasyonel yaş, doğum ağırlığı, doğum şekli, hastanede yatışı süresince alınan ventilasyon destek tedavisi, antibiyoterapi ihtiyacı, kan ve kateter ucu kültürlerinde üreme olması, KİKDE gelişimi, TPN ihtiyacı, kateter ilişkili komplikasyon gelişimi ($p<0,001$) ve maternal enfeksiyon

(p=0,004) faktörlerinin, hastanede yatışı etkileyen istatistiksel açıdan anlamlı bağımsız faktörler olduğu saptanmıştır.

Bu bağımsız faktörler lineer regresyonda çok değişkenli olarak analiz edildiğinde hastanede yatış süresini etkileyen en etkili faktörlerin doğum haftası, doğum ağırlığı ve hastanede yatışı süresince verilen ventilasyon destek tedavisi (p<0,001), antibiyoterapi ihtiyacı, kateter ucu kültüründe üreme olması (p=0,002) ve PYSK takılması (p=0,009) olduğu saptanmıştır.

Tablo 18. HYS'yi etkileyen risk faktörlerinin lineer regresyon analizi

Değişkenler	Tek Değişkenli Analiz		Çok Değişkenli Analiz	
	Risk Faktörü (%95 GA)	p değeri	Risk Faktörü (%95 GA)	p değeri
UAK	0,97 (-4,6 – 6,6)	0,734		
UVK	-19,07 (-23,7 – -14,3)	<0,001	-2,57 (-6,1 – 1,0)	0,159
PYSK	24,48 (19,1 – 29,8)	<0,001	5,64 (1,4 – 9,8)	0,009
Gestasyonel yaş	-23,48 (-23,7 – -20,5)	<0,001	-10,27 (-13,0 – -7,4)	<0,001
Doğum ağırlığı	-22,15 (-23,7 – -20,5)	<0,001	-10,51 (-13,1 – -7,8)	<0,001
Doğum şekli	16,51 (8,9 – 24,1)	<0,001	-1,17 (-5,7 – 3,4)	0,615
Maternal enfeksiyon	8,07 (2,6 – 13,5)	0,004	1,28 (-2,0 – 4,5)	0,442
Maternal antibiyotik	5,64 (-0,3 – 11,6)	0,064		
Ventilasyon tedavisi*	9,34 (7,2 – 11,4)	<0,001	2,66 (1,1 – 4,1)	<0,001
Antibiyoterapi ihtiyacı	14,45 (8,0 – 20,8)	<0,001	6,64 (2,5 – 10,7)	0,002
Kan kültürü üremesi	19,38 (11,7 – 27,0)	<0,001	2,32 (-3,7 – 8,3)	0,451
Kateter ucu kültür üremesi	20,191 (11,2 – 29,1)	<0,001	9,30 (3,4 – 15,1)	0,002
KİKDE gelişimi	26,76 (17,6 – 35,8)	<0,001	2,34 (-5,3 – 10,0)	0,552
TPN ihtiyacı	38,25 (34,1 – 42,3)	<0,001	3,13 (-1,1 – 7,4)	0,156
Komplikasyon gelişimi	14,40 (9,8 – 18,9)	<0,001	0,44 (-2,4 – 3,3)	0,762

*Hastanede yatış süresi boyunca verilen ventilasyon desteği

4.4 Makine Öğrenmesi Modelleri

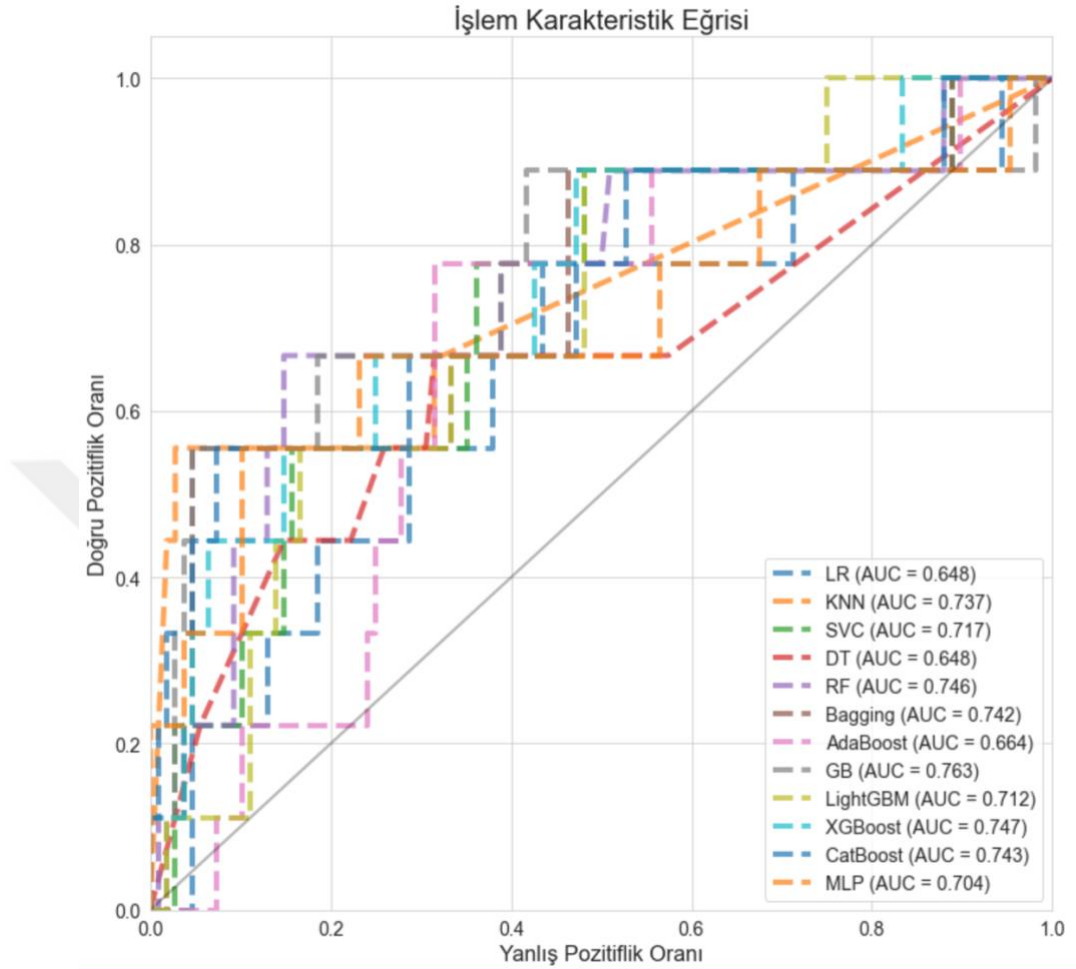
4.4.1 Kateter İlişkili Kan Dolaşımı Enfeksiyonu Gelişimi Modelleri

Çalışmamızda, kateterizasyon uygulanan hastaların KİKDE gelişimi, YYBÜ'ye yatışlarının ilk 24 saati içinde elde edilen veriler ve makine öğrenmesi algoritmaları kullanılarak tahminlenmeye çalışılmıştır. Veri setinde 582 katetere ait öznitelikler bulunmaktadır. Bu kateterlerin 465'i eğitim setinde, 117'si ise test setinde kullanılmıştır.

KİKDE gelişiminin tahminlenmesinde kullanılan algoritmalar ve bu algoritmalarla oluşturulan modellerden elden edilen nihai performans ölçütleri Tablo 19'da, işlem karakteristik eğrileri Şekil 17'de verilmiştir.

Tablo 19. KİKDE gelişimi tahminleme modelleri ve performans ölçütleri

Algoritmalar	Eğitim seti			Test seti		
	Doğruluk	F1	AUC	Doğruluk	F1	AUC
Lojistik Regresyon	0,845	0,827	0,925	0,778	0,529	0,648
K-En Yakın Komşu	0,998	0,866	1,000	0,846	0,635	0,737
Destek Vektör Makinesi	0,925	0,884	0,976	0,863	0,563	0,717
Karar Ağacı	0,876	0,841	0,934	0,752	0,535	0,648
Rastgele Orman	0,874	0,849	0,942	0,838	0,647	0,746
Torbalama	0,963	0,899	0,996	0,889	0,687	0,742
Adaptif Artırma	0,918	0,857	0,978	0,812	0,524	0,664
Gradyan Artırma	0,998	0,900	1,000	0,915	0,727	0,763
Hafif Gradyan Artırma Makineleri	0,971	0,896	0,996	0,846	0,508	0,712
Ekstrem Gradyan Artırma	0,965	0,904	0,996	0,889	0,660	0,747
Kategorik Artırma	0,980	0,905	0,998	0,897	0,699	0,743
Çok Katmanlı Algılayıcı	0,957	0,899	0,989	0,863	0,599	0,704



Şekil 17. KİKDE gelişimi tahminleme modellerinin işlem karakteristik eğrileri

Kullanılan makine öğrenmesi algoritmalarından Gradyan Artırma algoritması 0,763 AUC değeri ile KİKDE gelişimini en başarılı tahminleyen modeli oluşturmuştur. F1 skoru 0,727, Doğruluk ölçütü ise 0,915 olarak hesaplanmıştır. 0,747 AUC ile Ekstrem Gradyan Artırma ve 0,746 AUC ile Rastgele Orman iyi performans gösteren diğer algoritmalarıdır.

KİKDE gelişimini en başarılı tahminleyen model, Gradyan Artırma algoritması üzerinde *GridSearch* hiper parametre kestirim yöntemi kullanılarak elde edilmiş olup, söz konusu modeli oluşturan hiper parametre kombinasyonu

şunlardır: criterion='friedman_mse', learning_rate=0,05, loss='exponential', max_depth=5, n_estimators=800, subsample=0,5.

Çapraz doğrulama sırasında bölünen eşit parçalar ile eğitilen modellerin F1 skorları kaydedilmiş ve bu parçaların seçim yanlılığına sebep olup olmadığı değerlendirilmiştir. Gradyan Artırma ile eğitilen modelin en düşük performans gösteren parçası ÇD-3 olup skoru 0,873'tür. En yüksek performans gösteren parçası ise ÇD-2 olup skoru 0,919'dur. Bu parçalar arasında yalnızca 0,046 fark bulunmaktadır. Ayrıca, tüm parçalara ilişkin standart sapma 0,015'tir (Tablo 20). Parçalar arası farkların düşük değerlere sahip olması, eğitim setinden bölünen parçaların benzer dağılımlara sahip olduğunu göstermektedir.

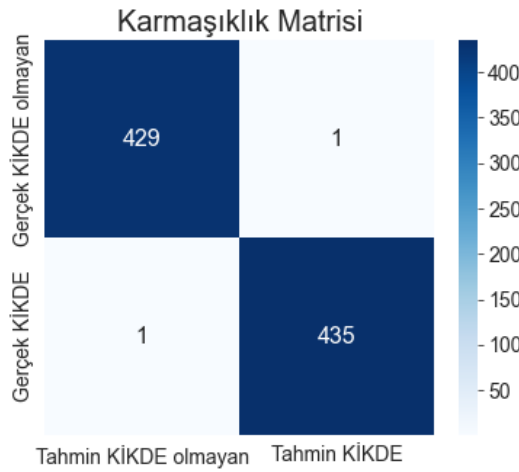
Tablo 20. KİKDE gelişimi tahminlenmesinde kullanılan eğitim setinin çapraz doğrulama performans ölçütleri

Modeller	ÇD-1	ÇD-2	ÇD-3	ÇD-4	ÇD-5	ÇD-Ort	ÇD-SS
Lineer Regresyon	0,845	0,832	0,798	0,867	0,890	0,846	0,031
K-En Yakın Komşu	0,839	0,907	0,867	0,896	0,889	0,880	0,024
Destek Vektör Makinesi	0,885	0,913	0,843	0,913	0,902	0,891	0,026
Karar Ağacı	0,832	0,844	0,769	0,872	0,867	0,837	0,037
Rastgele Orman	0,873	0,844	0,826	0,879	0,879	0,860	0,021
Torbalama	0,914	0,879	0,873	0,925	0,913	0,901	0,021
Adaptif Artırma	0,833	0,873	0,844	0,896	0,907	0,871	0,029
Gradyan Artırma	0,902	0,919	0,873	0,896	0,908	0,900	0,015
Hafif Gradyan Artırma Makineleri	0,897	0,902	0,879	0,890	0,907	0,895	0,010
Ekstrem Gradyan Artırma	0,885	0,907	0,896	0,907	0,919	0,903	0,012
Kategorik Artırma	0,925	0,907	0,890	0,913	0,942	0,916	0,017
Çok Katmanlı Algılayıcı	0,874	0,919	0,873	0,913	0,919	0,900	0,022

ÇD: Çapraz Doğrulama, Ort: Ortalama, SS: Standard Sapma

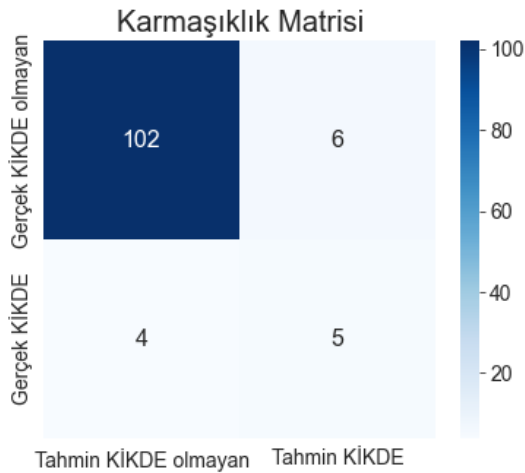
Gradyan Artırma algoritması ile eğitilen modelin eğitim seti üzerindeki performansına ait karmaşıklık matrisi Şekil 18'de verilmiştir. Karmaşıklık

matrisine göre model 430 KİKDE olmayan hastanın 429'unu, 436 KİKDE olan hastanın ise 435'ini doğru tahminlemiştir (eğitim setinde toplam 35 adet gerçek KİKDE verisi yer almaktadır; kalan 401 adet KİKDE verisi ADASYN yöntemiyle sentetik olarak üretilmiştir).

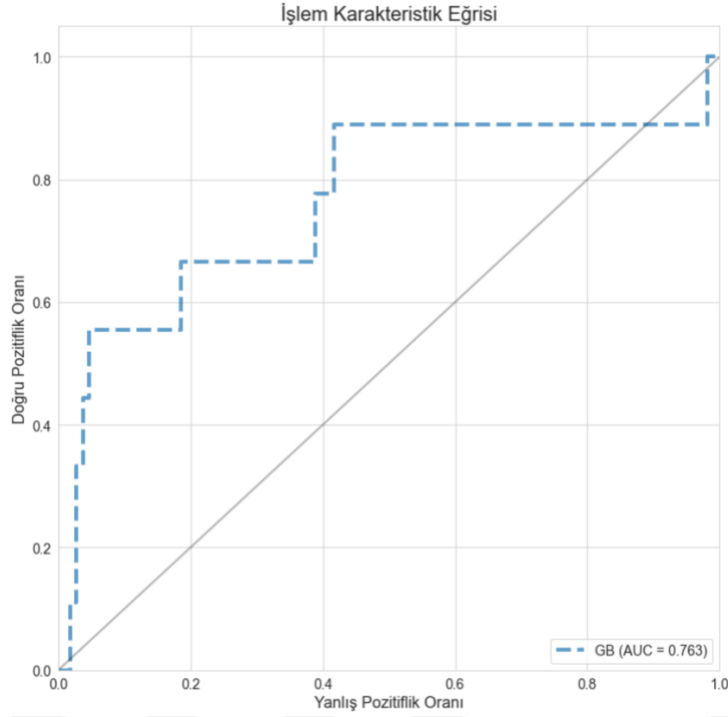


Şekil 18. Gradyan artırma modeli eğitim seti karmaşıklık matrisi

Gradyan Artırma algoritması ile eğitilen modelin test seti üzerindeki performansına ait karmaşıklık matrisi Şekil 19'da, işlem karakteristik eğrisi Şekil 20'de verilmiştir. Karmaşıklık matrisine göre model 108 KİKDE olmayan hastanın 102'sini, 9 KİKDE olan hastanın ise 5'ini doğru tahminlemiştir.

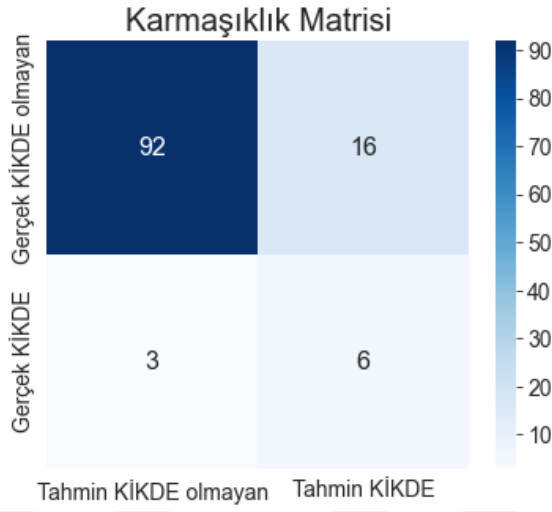


Şekil 19. Gradyan artırma modeli test seti karmaşıklık matrisi

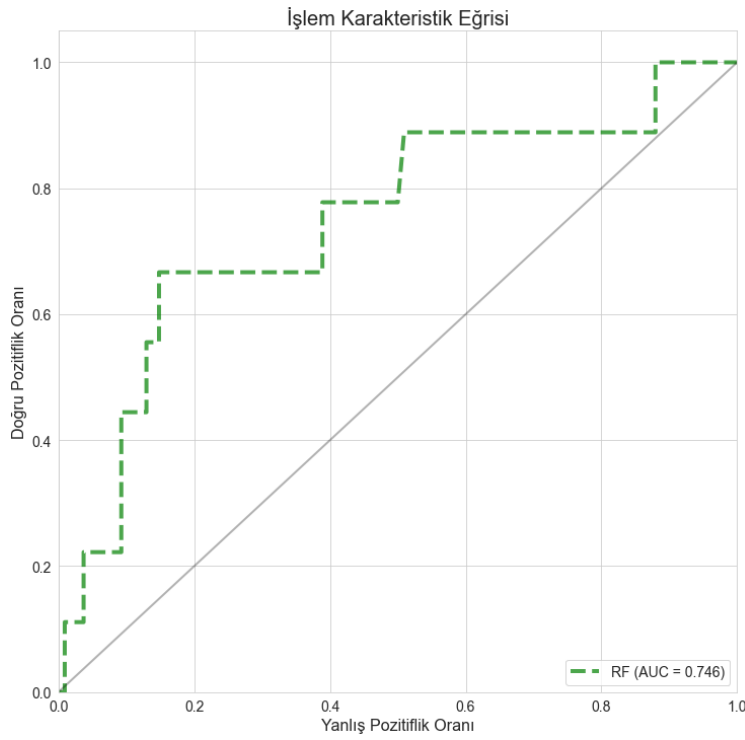


Şekil 20. Gradyan artırma modeli işlem karakteristik eğri grafiği

Test setindeki 9 KİKDE görülen hastanın 6'sını doğru bilerek KİKDE gelişimini en yüksek oranda tahminleme başarısına sahip Rastgele Orman modelinin karmaşıklık matrisi Şekil 21'de, işlem karakteristik eğrisi Şekil 22'de verilmiştir.



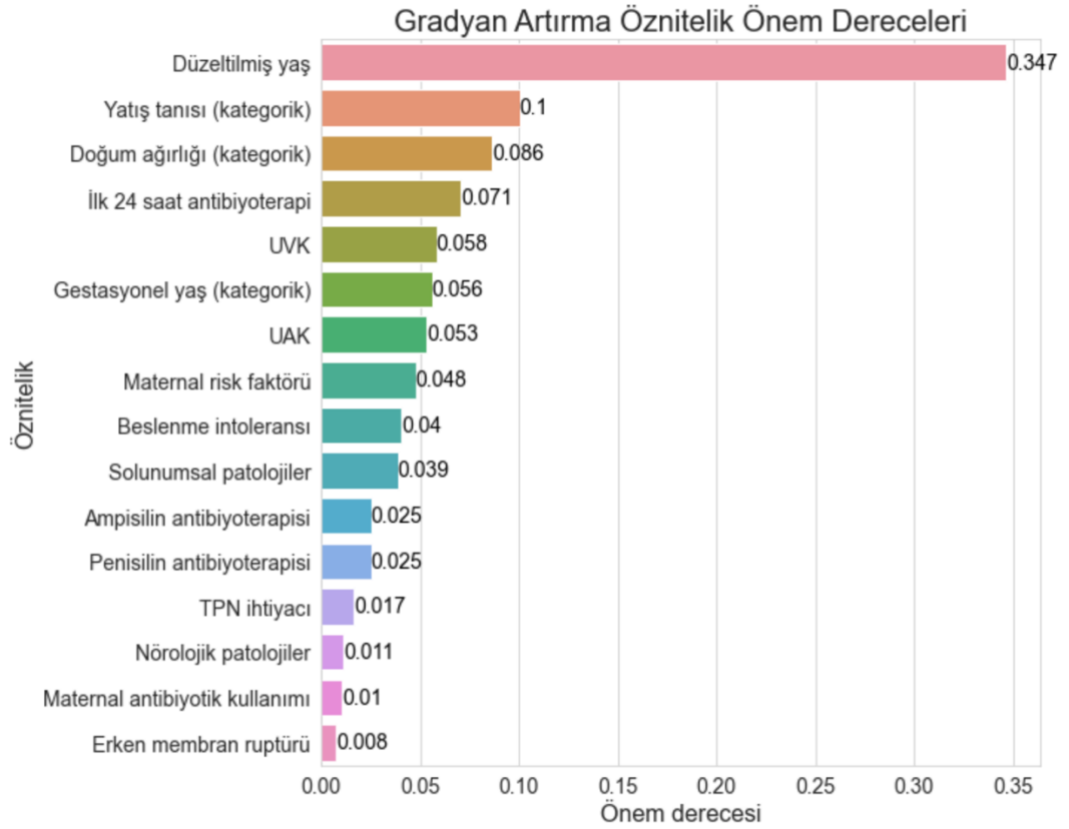
Şekil 21. Rastgele orman modeli test seti karmaşıklık matrisi



Şekil 22. Rastgele orman modeli işlem karakteristik eğri grafiği

Gradyan Artırma algoritması tarafından oluşturulan modelin KİKDE gelişimini tahminlemek için kullandığı öznitelikler önem sırasına göre Şekil

20'deki gibi sıralanmıştır. Modele göre en önemli öznelilik, kateterin takıldığı andaki düzeltilmiş yaştır. Yatış tanısı (kategorik), doğum ağırlığı (kategorik), ilk 24 saat antibiyoterapi, UVK, gestasyonel yaş (kategorik), UAK, maternal risk faktörü, beslenme intoleransı, solunumsal patolojiler, ampisilin antibiyoterapisi, penisilin antibiyoterapisi, TPN ihtiyacı, nörolojik patolojiler, maternal antibiyotik kullanımı ve erken membran rüptürü KİKDE gelişimi tahmininde kullanılan diğer özneliliklerdir.



Şekil 23. Gradyan artırma modelinde kullanılan öznelilikler

4.4.2 Hastanede Yatış Süresi Modelleri

Çalışmamızda, kateterizasyon uygulanan hastaların HYS'leri, YYBÜ'ye yatışlarının ilk 24 saati içinde elde edilen veriler ve makine öğrenmesi

algoritmaları kullanılarak tahminlenmeye çalışılmıştır. Veri setinde 306 hastaya ait öznitelikler bulunmaktadır. Bu hastalardan 6'sı aykırı değerler içermeleri nedeniyle çalışma dışı bırakılmıştır. Kalan 300 hastanın 240'sı eğitim setinde, 60'ı test setinde kullanılmıştır.

HYS tahminlenmesinde kullanılan algoritmalar ve bu algoritmalarla oluşturulan modellerden elde edilen nihai performans ölçütleri Tablo 21'de verilmiştir.

Tablo 21. HYS tahminleme modelleri ve performans ölçütleri

Modeller	Eğitim seti			Test seti		
	MAE	RMSE	R ²	MAE	RMSE	R ²
Lineer Regresyon	7,19	10,05	0,772	8,60	11,11	0,746
K-En Yakın Komşu	5,40	8,90	0,836	6,97	9,71	0,806
Destek Vektör Makinesi	6,16	8,81	0,826	7,32	10,19	0,786
Karar Ağacı	6,41	8,58	0,828	8,77	11,43	0,731
Rastgele Orman	4,60	6,51	0,844	7,09	9,93	0,797
Torbalama	4,62	6,40	0,849	6,85	9,60	0,810
Adaptif Artırma	6,14	8,20	0,837	8,04	10,51	0,773
Gradyan Artırma	6,03	8,26	0,846	7,66	10,26	0,783
Hafif Gradyan Artırma Makineleri	5,70	7,86	0,842	7,38	9,72	0,805
Ekstrem Gradyan Artırma	5,05	6,75	0,850	7,07	9,49	0,815
Kategorik Artırma	6,21	8,26	0,848	7,61	10,41	0,777
Çok Katmanlı Algılayıcı	4,65	6,29	0,774	7,49	10,77	0,761

Kullanılan makine öğrenmesi algoritmalarından Ekstrem Gradyan Artırma algoritması 0,815 R² ile HYS'yi en başarılı tahminleyen modeli oluşturmuştur. MAE 7,07 gün, RMSE ise 9,49 gün olarak hesaplanmıştır. 0,810 R² ile Torbalama ve 0,806 R² ile K-En Yakın Komşu modelleri iyi performans gösteren diğer algoritmalaradır.

HYS'yi en başarılı tahminleyen model, Ekstrem Gradyan Artırma algoritması üzerinde *GridSearch* hiper parametre kestirim yöntemi kullanılarak elde edilmiş olup, söz konusu modeli oluşturan hiper parametre kombinasyonu şunlardır: max_depth=3, learning_rate=0,05, n_estimators=100, subsample=0,8, colsample_bytree=0,5, lambda=0,5, alpha=1.

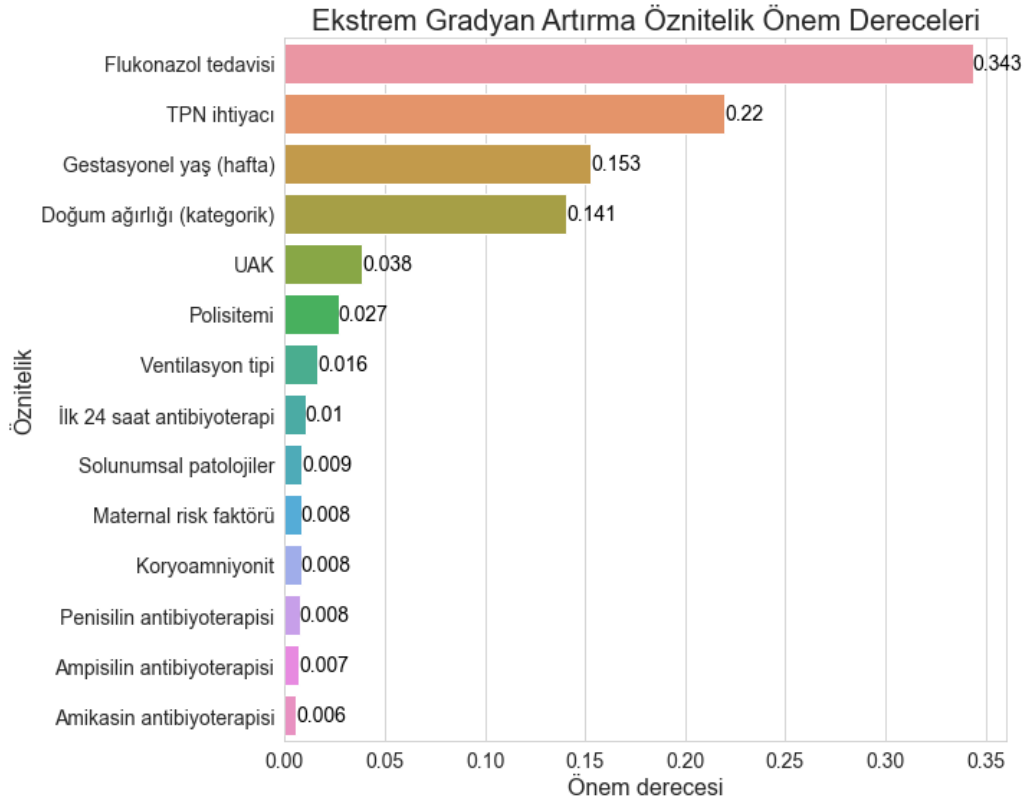
Çapraz doğrulama sırasında bölünen eşit parçalar ile eğitilen modellerin R^2 değerleri kaydedilmiş ve bu parçaların seçim yanlılığına sebep olup olmadığı değerlendirilmiştir. Ekstrem Gradyan Artırma ile eğitilen modelin en düşük performans gösteren parçası ÇD-5 olup değeri 0,837'dir. En yüksek performans gösteren parçası ise ÇD-1 olup değeri 0,885'tir. Bu parçalar arasında yalnızca 0,048 fark bulunmaktadır. Ayrıca, tüm parçalara ilişkin standart sapma 0,017'dir (Tablo 22). Parçalar arası farkların düşük değerlere sahip olması, eğitim setinden bölünen parçaların benzer dağılımlara sahip olduğunu göstermektedir.

Tablo 22. HYS tahminlenmesinde kullanılan eğitim setinin çapraz doğrulama performans ölçütleri

Modeller	ÇD-1	ÇD-2	ÇD-3	ÇD-4	ÇD-5	ÇD-Ort	ÇD-SS
Lineer Regresyon	0,838	0,776	0,807	0,745	0,812	0,796	0,032
K-En Yakın Komşu	0,868	0,841	0,818	0,793	0,824	0,829	0,025
Destek Vektör Makinesi	0,893	0,788	0,873	0,823	0,816	0,838	0,039
Karar Ağacı	0,844	0,820	0,778	0,838	0,826	0,821	0,023
Rastgele Orman	0,868	0,831	0,833	0,859	0,828	0,844	0,016
Torbalama	0,901	0,855	0,865	0,826	0,840	0,857	0,026
Adaptif Artırma	0,858	0,819	0,814	0,859	0,818	0,834	0,020
Gradyan Artırma	0,873	0,832	0,867	0,854	0,826	0,850	0,019
Hafif Gradyan Artırma Makineleri	0,872	0,859	0,827	0,825	0,863	0,849	0,019
Ekstrem Gradyan Artırma	0,885	0,842	0,851	0,847	0,837	0,852	0,017
Kategorik Artırma	0,871	0,838	0,866	0,838	0,846	0,852	0,014
Çok Katmanlı Algılayıcı	0,836	0,805	0,715	0,748	0,783	0,777	0,042

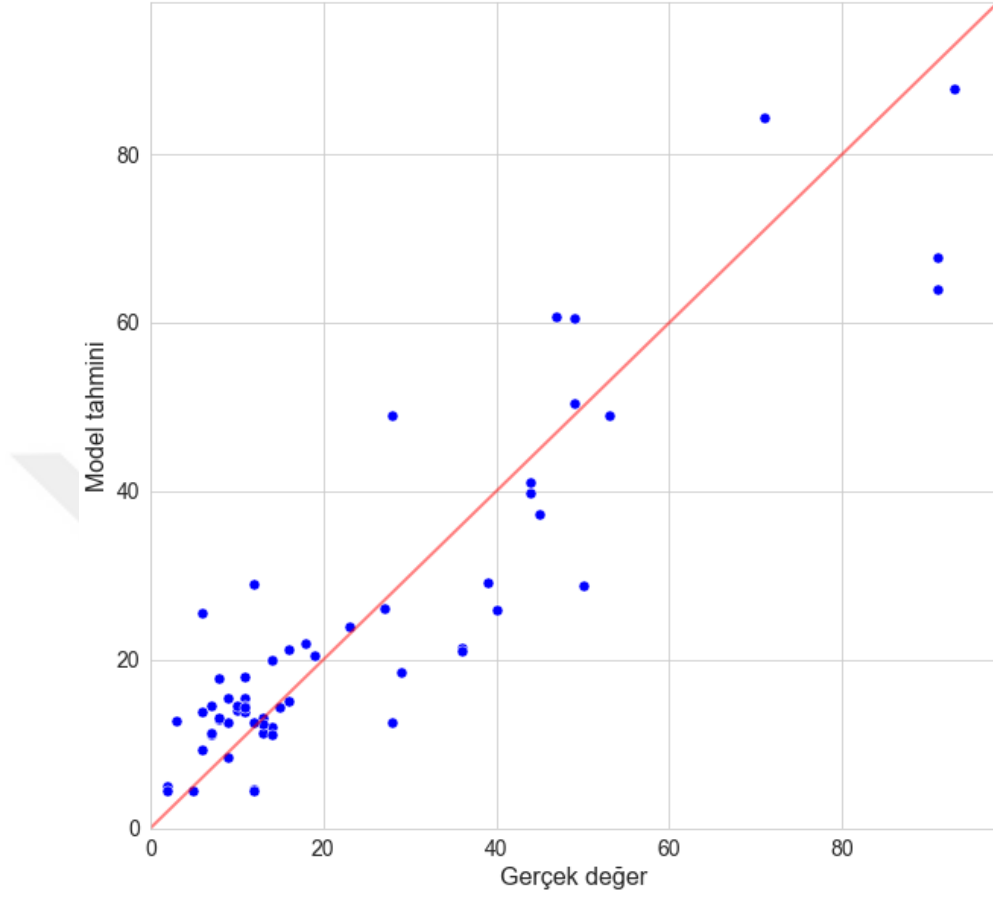
ÇD: Çapraz Doğrulama, Ort: Ortalama, SS: Standard Sapma

Oluşturulan modelin HYS'yi tahminlemek için kullandığı öznitelikler önem sırasına göre Şekil 21'deki gibi sıralanmıştır. Modele göre en önemli öznitelik flukonazol tedavisidir. TPN ihtiyacı, gestasyonel yaş, doğum ağırlığı (kategorik) ise önem dereceleri yüksek diğer özniteliklerdir. UAK, polisitemi, ventilasyon tipi, ilk 24 saat antibiyoterapi, solunumsal patolojiler, maternal risk faktörü, koryoamniyonit, penisilin, ampisilin ve amikasin antibiyoterapileri de HYS tahminlenmesinde model tarafından kullanılan diğer özniteliklerdir.



Şekil 24. Ekstrem gradyan artırma modelinde kullanılan öznitelikler

Test setindeki gerçek HYS değerleri ile geliştirilen modelin tahminlediği değerlerin karşılaştırmalı grafiği Şekil 22'de gösterilmiştir. Tahminler diyagonal çizgiye ne kadar yakınsa model performansı o kadar yüksektir.



Şekil 25. Gerçek HYS değerleri ile model tahminleri karşılaştırmalı grafiği

5. TARTIŞMA

Son yıllardaki teknolojik ve bilimsel gelişmelerle birlikte YYBÜ’de destek tedavileri gören hastaların beklenen yaşam oranları büyük oranda artmıştır. Uzun süren tedaviler ve çoklu ilaç kullanımı, hastaların güvenli bir damar yolu erişimine ihtiyacını arttırmaktadır. Umbilikal kateterler, PYSK ve büyük venler yoluyla açılan santral kateterler sayesinde güvenli damar yolu erişimi sağlanabilmektedir. Bununla birlikte, hastaların damar yolu girişimi sayısı, ağırlı uyaran maruziyetini ve stres seviyelerini de azaltmaktadır. Özellikle çok düşük doğum ağırlıklı bebekler ve kliniği ağır hasta yenidoğanlar başta olmak üzere; 5 günden uzun süren intravenöz tedavi, parenteral beslenme, kan değişimi ihtiyacı, kan basıncı izlemi, tetkik amaçlı sık kan alınması için kateterlere ihtiyaç duyulmaktadır (1–5).

Çalışmamızda hastanemiz YYBÜ’de UAK, UVK ve PYSK ile kateterizasyon uygulanmış 306 hasta ve 582 adet santral kateter retrospektif olarak incelenmiştir. Santral kateterler; özellikleri, prognozları ve neden oldukları komplikasyonlar açısından değerlendirilmiştir. Bunlara ek olarak, KİKDE gelişimi ve HYS’yi tahminleyen modeller geliştirilmiştir.

Çalışmamızda kateterizasyon uygulanan hastaların %55,6’sı erkek, %44,4’ü kızdır. Yumani ve ark. (91) tarafından KİKDE risk faktörlerinin incelendiği retrospektif çalışmada, kateterizasyon uygulanan hastaların %55’inin; Filippi ve ark. (92)’in kateter kilit tedavisinin KİKDE’ye etkisini araştırdıkları çalışmalarında kateterizasyon uygulanan hastaların %55’nin erkek olduğu bildirilmiştir. Çalışmamızda hastaların %85’inin doğum şeklinin sezaryen doğum

olduğu görülmüştür. Geffers ve ark. (93) tarafından Alman Ulusal Hastane enfeksiyonları Sürveyans Sistemi'nin (NEO-KISS, Krankenhaus Infektions Surveillance System) yenidoğan verisi kullanılarak yapılan çalışmada, kateterizasyon uygulanan hastaların %87,4'ünün; Filippi ve ark. (92)'ın yaptıkları çalışmada ise %72'sinin doğum şeklinin sezaryen doğum olduğu bildirilmiştir. Sezaryen doğum oranları, kritik hasta takibi yapan başka son basamak merkezlerde de çalışmamızda olduğu gibi yüksek çıkmıştır. Çalışmamızda hastaların ortalama gestasyonel yaşının 34,4 hafta, ortalama doğum ağırlığının 2241,1 gr olduğu görülmüştür. Zingg ve ark. (94) tarafından yürütülen sekiz yıllık, tek merkezli, prospektif çalışmada hastaların ortalama gestasyonel yaşı 32 hafta, ortalama doğum ağırlığı 1475 gr; Mahieu ve ark. (95)'in KİKDE risk faktörlerini inceledikleri prospektif çalışmalarında ise hastaların ortalama gestasyonel yaşı 33 hafta, ortalama doğum ağırlığı 1796 gr olarak bildirilmiştir. Çalışmamızda doğum ağırlığı ve gestasyonel yaş literatüre göre yüksek çıkmıştır. Bunun nedeni polisitemi nedeniyle kan değişimi tedavisi yapılan daha büyük gestasyonel yaş ve ağırlığa sahip olan hastalar olarak yorumlanmıştır. Çalışmamızda hastaların ortalama yatış süresinin 28,3 gün olduğu görülmüştür. Zingg ve ark. (94) çalışmalarında hastanede ortalama yatış süresini 26,6 gün; Geffers ve ark. (93) 36 gün olarak saptamıştır.

Kateterin takılı olduğu süre boyunca verilen destek tedavileri incelendiğinde hastaların %49,7'sine TPN desteği verildiği görülmüştür. Zingg ve ark. (94)'ın çalışmalarında bu oran %53, Mahieu ve ark. (95)'in çalışmalarında %43 olarak saptanmıştır. Çalışmamızda, kateter kullanımının sık

endikasyonlarından biri olan TPN tedavisi sıklığının literatür ile uyumlu olduğu gözlenmiştir. Çalışmamızda hastaların %66'sının herhangi bir solunum desteği aldığı, bunun %36,9'unun NIV, %29,1'inin ise hem NIV hem de iMV olduğu görülmüştür. Geffers ve ark. (93)'in çalışmalarında hastalarının %26'sının NIV, % 52'inin iMV desteği aldığı saptanmıştır. Kateterizasyon uygulanan hastalarda ilk 24 saat antibiyoterapi ile ilgili literatürde herhangi bir çalışma olmasa da Zingg ve ark. (94)'in çalışmalarında kateter kullanımı sırasında hastaların %61'ine, Mahieu ve ark. (95)'in çalışmalarında kateter takıldığı anda hastaların %33,8'ine antibiyoterapi verildiği görülmüştür.

UVK'ler, YYBÜ'de en çok tercih edilen ve kolay uygulanabilir kateterlerdir (96). Bizim çalışmamızda da UVK'nin (%49) en sık uygulanan kateterizasyon çeşidi olduğu görülmüştür.

Kateter takılı kalma süresi, kateterin prognozunu etkileyen faktörlerin başında gelmektedir. Literatürde UVK ve PYSK kullanımı süresi ile ilgili en güvenilir ve doğru yöntem konusunda bir fikir birliği bulunmamaktadır. Önerilen kullanım süresi, katetere ihtiyacın bittiği veya komplikasyon geliştiği an çıkarılması şeklindedir. Bununla birlikte UVK'lerin 14 gün, UAK'lerin 5 gün içinde çıkarılması önerilmektedir (10,14,22).

Kateter çeşitlerine göre kateter takılı kalma sürelerinde değişiklikler olmakla birlikte, literatüre bakıldığında, Zingg ve ark. (94)'in çalışmalarında kateter takılı kalma süresi; UVK için ortalama 4 gün, PYSK için ortalama 8 gün olarak saptanmıştır. Chien ve ark. (3)'ün yaptıkları çalışmada UVK için ortalama 4 gün, PYSK için ortalama 10 gün olarak saptanmıştır. Yumani ve ark. (91)'in

yaptıkları çalışmada UAK için ortalama 5 gün, UVK için ortalama 7 gün, PYSK için ortalama 9 gün olarak saptanmıştır. Shalabi ve ark. (97)'in yaptıkları çalışmada hastalar sadece UVK takılan, sadece PYSK takılan ve önce UVK ardından PYSK takılan olarak gruplandırıldıktan sonra UVK için ortalama 8 gün, PYSK için ortalama 13 gün, her ikisi de takılan grupta UVK için ortalama 7 gün, PYSK için ortalama 13 gün olarak saptanmıştır. Kempley ve ark. (67)'in yaptıkları çalışmada alçak yerleşimli UAK için ortalama 3,2 gün, yüksek yerleşimli UAK için ortalama 4,3 gün olarak saptanmıştır. Bizim çalışmamızda kateter takılı kalma süresi UAK için ortalama 5 gün, UVK için ortalama 6 gün, PYSK için ortalama 10 gün olarak bulunmuştur ve literatür ile uyumlu olarak görülmektedir.

Butler O'Hara ve ark. (98)'in yaptıkları çalışmada 4 yıl boyunca kateter takılan hastalar retrospektif olarak incelenmiştir. Hastalar UVK'nın 7 günden az ve fazla takılı kalması şeklinde iki gruba ayrılmıştır. İhtiyaç durumunda her iki grubun santral yol erişimi PYSK ile sağlanmıştır. Çalışmanın sonucunda, KİKDE oranını azaltmak için UVK'nın 7 günlük kullanımı sonucunda PYSK ile değiştirilmesi önerilmiştir. Bizim çalışmamızda ortalama kateter takılma günü UAK ve UVK için ilk gün iken PYSK için 8. gün olduğu görülmüştür. Servisimizde santral kateter ihtiyacı olan hastalarda ilk gün UVK tercih edilmektedir; santral yola ihtiyacın devamı halinde UVK çıkarılıp yerine PYSK takılmaktadır.

Çalışmamızda PYSK takılı kalma süresini etkileyen bağımsız risk faktörlerinin; antibiyoterapi ihtiyacı, kateterin takıldığı gün, komplikasyon gelişimi ve hastanede yatış süresi olduğu görülmüştür. Bu bağımsız faktörler

lineer regresyonda çok değişkenli olarak analiz edildiğinde; antibiyoterapi ihtiyacı, kateter ilişkili komplikasyon gelişimi ve hastanede yatış süresinin PYSK takılı kalma süresi ile ilişkili olduğu görülmüştür. Zingg ve ark. (94) daha uzun PYSK takılı kalma süresinin antibiyoterapi veya parenteral beslenme ile ilişkili olduğunu göstermişlerdir. Çalışmamızda parenteral beslenme ile PYSK takılı kalma süresinin ilişkili olmadığı görülmüştür. Bunun nedeni servisimizde uygulanan erken enteral beslenmeye geçiş politikasının başarılı şekilde yürütülmesi olarak yorumlanmıştır. Komplikasyon gelişimi ile PYSK takılı kalma süresi arasındaki ilişki; kateterlerin takibi sırasında komplikasyon gelişmesi sonucunda derhal çıkarılması ile açıklanmaktadır. Uzun süre yatış gerektirecek kadar kliniğı ağır hastaların, santral venöz erişim ihtiyacı olmakta ve hastanede yatış süresi artmaktadır. Hastanede yatış süresi ile PYSK takılı kalma süresi arasında ilişkinin bu durumdan kaynaklandığı yorumu yapılmıştır.

Hastaların takip ve tedavisinde büyük kolaylıklar sağlayan kateterlerin avantajlarının yanısıra, bazı komplikasyonlara neden olması da dezavantajlarındandır. Bu komplikasyonlar hastalarda morbidite ve mortalitenin artmasına neden olmakla birlikte, iş gücü kaybına ve kurumda maddi zarara neden olmaktadır. Kateter ilişkili komplikasyonlar mekanik, enfeksiyöz ve trombotik komplikasyonlar olarak gruplandırılabilir.

Literatüre bakıldığında santral kateterli hastaların %5–%19’unda mekanik, %5–%26’sında enfeksiyöz yan etkiler ve %2–%26’sında trombotik komplikasyonlar meydana gelmiştir (99). Bizim çalışmamızda takılan tüm kateterler değerlendirildiğinde; mekanik komplikasyonlar %7, enfeksiyöz

komplifikasyonlar %7 ve trombotik komplifikasyonlar %0,1 olarak saptanmıştır. Servisimizde hastaların takibinde rutin Doppler ultrasonografi ile değerlendirme yapılmadığı için asemptomatik trombüs vakalarının atlanmış olabileceği düşünülmüştür. Çalışmamızda trombüs oranlarının literatürden düşük olmasının nedeni bu şekilde açıklanmaktadır.

KİKDE, kateter kullanımına bağlı en sık görülen komplifikasyonlardan biridir. Yenidoğanlarda KİKDE sıklığı %1,4 ila %49 arasında rapor edilmiştir (4,14).

Amerika Birleşik Devletleri Ulusal Sağlık Hizmetleri Güvenliği Ağı (NHSN: National Healthcare Safety Network) tarafından 2013'te yayınlanan rapora göre ikinci ve üçüncü düzey YYBÜ'lerde kilo alt gruplarına göre KİKDE hızları incelendiğinde; ≤ 750 gr hastalarda 2,2/1000 kateter günü, 751-1000 gr hastalarda 1,9/1000 kateter günü, 1001-1500 gr hastalarda 1,0/1000 kateter günü, 1501-2500 gr hastalarda 0,6/1000 kateter günü, > 2500 gr hastalarda 0,5/1000 kateter günü olarak saptanmıştır. Kateter kullanım oranlarına bakıldığında, ≤ 750 gr hastalarda 0,39, 751-1000 gr hastalarda 0,32, 1001-1500 gr hastalarda 0,25, 1501-2500 gr hastalarda 0,14, > 2500 gr hastalarda 0,17 olduğu saptanmıştır (84). Bu rapora göre santral kateter kullanım oranının en yüksek olduğu ≤ 750 gr hastalarda KİKDE hızının en yüksek olduğu görülmüştür (100).

Uluslararası Hastane Enfeksiyon Kontrol Konsorsiyumu'nun (INICC: International Nosocomial Infection Control Consortium) aralarında ülkemizin de bulunduğu gelişmekte olan 45 ülkeden 523 yoğun bakım ünitesinin katılımıyla, 6 yıl boyunca sürdürülen prospektif çalışmanın sonucunda elde edilen raporundaki

KİKDE hızları incelendiğinde; ≤ 750 gr hastalarda 18,3/1000 kateter günü, 751-1000 gr hastalarda 14,5/1000 kateter günü, 1001-1500 gr hastalarda 15,3/1000 kateter günü, 1501-2500 gr hastalarda 7,7/1000 kateter günü, >2500 gr hastalarda 9,3/1000 kateter günü olarak saptanmıştır. Kateter kullanım oranlarına bakıldığında; ≤ 750 gr hastalarda 0,45, 751-1000 gr hastalarda 0,44, 1001-1500 gr hastalarda 0,32, 1501-2500 gr hastalarda 0,21, >2500 gr hastalarda 0,21 olduğu saptanmıştır (85). ABD yoğun bakımları ile karşılaştırıldığında; KİKDE hızının bu kadar yüksek saptanmasının nedeninin düşük sağlık personeli / hasta oranı, aşırı kalabalık yoğun bakım üniteleri, yetersiz tıbbi malzeme, kılavuzlara daha düşük uyum oranı ve ülkenin sosyoekonomik düzeyine bağlı olabileceği yorumu yapılabilir. Ayrıca literatürde daha düşük enfeksiyon riski ile daha yüksek ülke sosyoekonomik düzeyi arasında bir ilişki olduğu bildirilmiştir (101).

Türkiye Ulusal Sağlık Hizmeti İlişkili Enfeksiyonlar Sürveyans Ağı (USHİESA) 2020 raporunda Türkiye geneli hastanelerin KİKDE hızları incelendiğinde; ≤ 750 gr hastalarda 4,8/1000 kateter günü, 751-1000 gr hastalarda 4,1/1000 kateter günü, 1001-1500 gr hastalarda 3,2/1000 kateter günü, 1501-2500 gr hastalarda 2,4/1000 kateter günü, >2500 gr hastalarda 2,3/1000 kateter günü olarak saptanmıştır. Türkiye geneli hastaneler değerlendirilirken devlet hastaneleri, eğitim ve araştırma hastaneleri, üniversite hastaneleri ve özel hastanelerin verileri dikkate alınmaktadır (102).

Daha komplike ve yüksek riskli vakaların sevk edildiği üçüncü basamak olan üniversite hastaneleri özelinde KİKDE hızı değerlendirildiğinde; ≤ 750 gr hastalarda 7,4/1000 kateter günü, 751-1000 gr hastalarda 4,7/1000 kateter günü,

1001-1500 gr hastalarda 5,3/1000 kateter günü, 1501-2500 gr hastalarda 5,9/1000 kateter günü, >2500 gr hastalarda 4,5/1000 kateter günü olduğu görülmüştür. Kateter kullanım oranlarına bakıldığında; ≤ 750 gr hastalarda 0,43, 751-1000 gr hastalarda 0,35, 1001-1500 gr hastalarda 0,24, 1501-2500 gr hastalarda 0,17, >2500 gr hastalarda 0,19 olduğu saptanmıştır (102).

Bizim çalışmamızda ≤ 1000 gr hastalarda 16,4/1000 kateter günü, 1001-1500 gr hastalarda 13,2/1000 kateter günü, 1501-2500 gr hastalarda 6,9/1000 kateter günü, >2500 gr hastalarda 5,3/1000 kateter günü olduğu görülmüştür. Kateter kullanım oranlarına bakıldığında; ≤ 1000 gr hastalarda 0,47, 1001-1500 gr hastalarda 0,42, 1501-2500 gr hastalarda 0,51, >2500 gr hastalarda 0,67 olduğu saptanmıştır. ABD ve Türkiye verilerine göre KİKDE hızımız düşük doğum ağırlıklı ve çok düşük doğum ağırlıklı hastalarda daha fazla saptanmıştır. Tablo 23'te söz konusu çalışmalar arası KİKDE hızı karşılaştırmasına yer verilmiştir.

Tablo 23. Çalışmalar arası KİKDE hızı karşılaştırması

KİKDE hızı (1000 kateter günü)				
Doğum ağırlığı	NHSN	INICC	USHİESA (3. Basamak)	Gazi YYBÜ
≤ 750 gr	2,1	18,3	7,4	16,4
751 – 1000 gr	1,3	14,5	4,7	
1001 – 1500 gr	0,8	15,3	5,3	13,2
1501 – 2500 gr	0,6	7,7	5,9	6,9
> 2500 gr	0,7	9,3	4,5	5,3

Literatürden farklı olarak, çalışmamızda >2500 gr hastalarda kateter kullanım oranının fazla olmasının nedeni, kan değişimi yapılan hastalarda umbilikal kateter kullanılması olarak yorumlanmıştır.

İsviçre’de üçüncü basamak bir hastanede 8 yıl boyunca prospektif olarak 1124 yenidoğana takılan 2210 kateter incelenmiştir. KİKDE hızı kateter bazında değerlendirildiğinde; UAK takılan hastalarda 2,0/1000 kateter günü, UVK takılan hastalarda 4,4/1000 kateter günü, PYSK takılan hastalarda ise 13,2/1000 kateter günü olduğu saptanmıştır (94).

Kanada Yenidoğan Ağı’nda (Canadian Neonatal Network) kayıtlı 17 yenidoğan servisinden 22 ay boyunca prospektif olarak toplanan veriler incelendiğinde, kateter çeşitlerine göre KİKDE hızları; UVK için 7,2/1000 kateter günü, PYSK için 13,1/1000 kateter günü olarak saptanmıştır (3).

Bizim çalışmamızda kateter bazında KİKDE hızları; UAK için 8,5/1000 kateter günü, UVK için 12,2/1000 kateter günü, PYSK için 8,9/1000 kateter günüdür. Literatüre bakıldığında; UAK ve UVK için KİKDE hızları daha fazla, PYSK için KİKDE hızları daha düşük gözlenmiştir.

Çalışmamızda hem doğum ağırlığı hem de kateter çeşitlerine göre KİKDE hızının yüksek çıkma nedenleri; hastanemizin merkezi bölgedeki son basamak hastane olması, dış merkezden çok sayıda sevk alması, kliniği ağır yenidoğanların sık izlenmesi ve bu hastalara daha çok invaziv işlem gereksinimi olması olarak yorumlanmıştır.

Personel ve malzeme yetersizliği, hizmet veren personelin deneyimsizliği ve eğitiminde eksiklik KİKDE hızında artışın düzeltilebilir nedenlerindendir. Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezleri (CDC: The Centers for Disease Control and Prevention) tüm santral kateter bakımının bir paket kullanılarak yapılmasını

önermektedir. Bu paket, belirli bir hasta grubuna etkili ve güvenli bakım sağlamak için gerekli olan küçük spesifik kanıta dayalı bakım uygulamaları grubudur (14).

Aly ve ark. (53)'ın paket önerilerinin çok düşük doğum ağırlıklı yenidoğanlarda KİKDE hızına etkisini araştırdıkları çalışmada, KİKDE hızı 15,17/1000 kateter gününden 2,1/1000 kateter gününe kadar azalmıştır. İnfüzyon için kapalı sistem kullanılması, infüzyon setlerinin değişim standardı ve sıklığı, kateterin günlük bakımı, pansuman sıklığı konularında katetere bakım veren sağlık personelinin eğitilmesi sonucunda KİKDE hızlarında anlamlı düşüş sağlanmıştır.

Shulman ve ark. (59)'ın New York Eyaleti Bölgesel Perinatal Merkezleri (New York State Regional Perinatal Centers) adına hazırladıkları raporda, standartlaştırılmış kanıta dayalı santral kateter bakım kontrol listelerinin kullanımıyla KİKDE oranlarının eyalet çapında %67 azaldığı gösterilmiştir.

KİKDE'ye en sık neden olan mikroorganizmalar koagülaz negatif stafilokoklardır (özellikle *Staphylococcus epidermidis*). *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus spp.*, *Escherichia coli*, *Klebsiella spp.*, enterik gram negatif bakteriler ve *Candida spp.*'ler de KİKDE gelişimine neden olan diğer etkenler arasında bildirilmiştir (14,15). Çalışmamızda her üç kateter çeşidinde de MRSE'nin en sık görülen mikroorganizma olduğu tespit edilmiştir. Gram negatif bakteriler (*Klebsiella* türleri, *Stenotrophomonas maltophilia*, *Enterococcus faecalis*, *Ralstonia picketti*, *Ralstonia insidiosa*) kültürlerde üretilen diğer mikroorganizmalardır. Literatürde en sık görülen KNS ise bizim servisimizde tek vaka ile en az üretilen mikroorganizma olmuştur. KİKDE'ye neden olan

kateterlerin hiçbirinde mantar üremesi olmamıştır. Bir üniversite hastanesinin YYBÜ’de takılan PYSK’lerin incelendiği tez çalışmasının sonuçlarında en sık üreyen etken MRSE olarak saptanmıştır (103). Bizim çalışmamızda da MRSE en sık üreyen etken olarak saptanmıştır. Literatürden farklı olarak MRSE üremesinin daha sık görülmesinin ünitemizin antibiyotik seçim politikası kaynaklı olabileceği düşünülmüştür. Çalışmamızda görülen gram negatif mikroorganizmaların sıklığı, antibiyotik seçiminde özellikle bu mikroorganizmaları önlemeye yönelik tercihlerin dikkate alınması gerektiğini göstermektedir. Ayrıca kateterlerde mantar üremesinin görülmemesinin, uygun doz ve sürede profilaktik veya tedavi edici dozda verilen antifungal ilaçlar sayesinde olduğu yorumu yapılmıştır.

YZ, ilerleyen teknoloji ile birlikte günlük yaşantımızın vazgeçilmez bir parçası haline gelmiştir. Pek çok farklı alanda olduğu gibi, özellikle erişkin sağlık hizmeti alanında kendine yer edinmeye başlamıştır. Son 20 yılda yayımlanan YZ makalelerinin PubMed alıntılarında erişkin sağlık hizmetleri için 23.799 alıntılama mevcut iken; yenidoğan sağlık hizmetleri için yalnızca 952 alıntı bulunmuştur (Arama 26/12/2022 tarihinde yapılmıştır. Arama yapılırken yenidoğan alıntıları için tıbbi konu başlıklarında (Medical Subject Headings–MeSH) “Artificial Intelligence” veya “Machine Learning” ve “Infant, Newborn” veya “Intensive Care Units, Neonatal” terimleri kullanılmıştır. Erişkin alıntıları için “Artificial Intelligence” veya “Machine Learning” ve “Adult” veya “Care, Intensive” terimleri kullanılmıştır). Sahip olduğu müthiş potansiyele rağmen yenidoğanda YZ çalışmaları hala emekleme evresindedir.

Çalışmamızda YYBÜ’de takip edilen, kateterizasyon uygulanmış hastaların HYS ve KİKDE geliştirip geliştirmeyeceği makine öğrenmesi algoritmaları kullanılarak oluşturulan modellerle tahmin edilmeye çalışılmıştır.

KİKDE, kateter kullanımına bağlı sık görülen önemli bir komplikasyondur ve çeşitli morbiditelere ve mortaliteye neden olmaktadır (10,14). Hastaneye yatışın uzamasına ve buna bağlı olarak da sağlık harcamalarına ve artan maliyete neden olmaktadır. KİKDE daha gelişmeden, gelişme ihtimali yüksek olan hastalar tahmin edilip buna yönelik önlem alınması durumunda hem morbidite ve mortalitenin önüne geçilmesi hem de maliyetlerin düşürülmesi söz konusu olabilmektedir.

Literatüre bakıldığında erişkin ve pediatrik hastalarda KİKDE gelişimi tahminlenmesi için yapay zekanın kullanıldığı çeşitli çalışmalar yapılmıştır (104–108). Ancak, yenidoğanlarda KİKDE gelişimini makine öğrenmesi yöntemleri kullanarak tahminleyen bir çalışmaya rastlanmamıştır. Çalışmamız KİKDE gelişimi için klinik tahmin modeli geliştiren ilk çalışmadır.

Çalışmamızda KİKDE gelişimini en iyi modelleyen algoritma, 0,763 AUC değeri ile Gradyan Artırma algoritmasıdır. Model tarafından kullanılan öznitelikler kateter takıldığı sırasındaki düzeltilmiş yaş başta olmak üzere yatış tanısı (kategorik), doğum ağırlığı (kategorik), ilk 24 saat antibiyoterapi, UVK, gestasyonel yaş (kategorik), UAK, maternal risk faktörü, beslenme intoleransı, solunumsal patolojiler, ampisilin antibiyoterapisi, penisilin antibiyoterapisi, TPN ihtiyacı, nörolojik patolojiler, maternal antibiyotik kullanımı ve erken membran rüptürüdür.

Çalışmamızda 582 kateter verisi bulunmaktadır. Bunlardan 44 adedi KİKDE gelişimine ait veridir. Söz konusu 582 kateter, KİKDE sayıları oransal olarak dengeli dağılacak şekilde 465 eğitim (%80) ve 117 test (%20) verisi olarak ayrılmıştır. 465 eğitim verisi, KİKDE sayıları oransal olarak dengeli dağılacak şekilde 93 adetlik 5 çapraz doğrulama parçasına bölünmüştür. Çalışmamızda çapraz doğrulama yöntemi üç amaç için kullanılmaktadır (109):

- Aynı eğitim verisi farklı kombinasyonlarla kullanılarak 5 farklı model oluşturulup modellerin daha iyi eğitilebilmesi,
- Bu parçaların gösterdiği performans kıyaslanarak seçim yanlılığına uğrayıp uğramadıklarının belirlenmesi,
- Bu sayede çalışmanın başlarında yapılan eğitim ve test seti bölümünün de seçim yanlılığına ilişkin öngöründe bulunulabilmesi.

Çalışmamızda KİKDE olan ve olmayan sınıflar dengeli dağılmadığı için (44'e 538), dengesiz veri seti problemi bulunmaktadır. Bu nedenle model eğitimlerinde ağırlıklarından bağımsız olarak sınıfların doğru tahminlenmesini önceleyen F1 skoru kullanılmıştır. Model eğitiminde hedef bu F1 skorunu maksimize etmek olarak alınmış, bu sayede KİKDE olan sınıfın doğru tahminlenmesine de model tarafından eşit önem verilmesi sağlanmıştır.

Çalışmamızda 5 parçaya bölünen eğitim setleri ile eğitilen her bir modelin F1 skorları birbirine çok yakın değerler aldığı için seçim yanlılığı oluşmadığı sonucuna varılmıştır. Test setini bölmede aynı yöntem kullanıldığı için modelin hiç görmediği test seti ayrıştırılırken de seçim yanlılığı yapılmadığı öngörüsünde bulunulabilir.

Çalışmamızda, modellerin eğitilmesinde kullanılan eğitim seti üzerinde gösterdiği performans, test setinde gösterdiği performanstan daha yüksektir. Bu durum altta yatan başka bir neden yoksa aşırı öğrenme sorununa işaret edebilir. Çalışmamızda, bu performans farkının test setindeki doğal (veri sentezleme yöntemleri ile oluşturulmamış) KİKDE verilerinin düşük başarı ile tahmin edilebilmesinden kaynaklandığı belirlenmiştir. Şöyle ki; en başarılı model olan Gradyan Artırma modelinin eğitim setinin KİKDE olmayan sınıfı, eğitim setinin KİKDE olan sınıfı ve test setinin KİKDE olmayan sınıfı yüksek doğruluklarla tahminlediği; modelin test setinin KİKDE olan sınıfı tahminlemekte gösterdiği performans incelendiğinde ise modelin 9 kateterden yalnızca 5'ini doğru tahminleyebildiği; bunu da 14 veriyi 'KİKDE var' olarak işaretleyerek başarabildiği görülmüştür. KİKDE olan sınıfı tahminlemede en başarılı modelin Rastgele Orman algoritması ile eğitilen model olduğu; bu modelin 6 adet KİKDE sınıfına ait veriyi doğru tahminleyebildiği; ancak bunu toplamda 22 veriyi 'KİKDE var' olarak işaretleyerek başarabildiği; bu nedenle KİKDE olmayan sınıfı tahminlemede çok daha başarısız olduğu ve modelin genel performansının Gradyan Artırma modelinin altında kaldığı görülmüştür. Eğitim seti oluşturulurken ADASYN ile veri sentezleme yapılmadığı durumda eğitilen modellerin çok daha başarısız olduğu ve tüm veriyi 'KİKDE yok' olarak işaretlemeye meyilli olduğu görülmüştür. Yine de sentetik verilerin gerçek hayatta oluşabilecek farklı KİKDE gelişimi epizotlarını tahminlemekte yetersiz kaldığı belirlenmiştir. Test setindeki KİKDE olan sınıfının tahmin edilmekte zorlanmasının sebebi olarak elimizde yeterli sayıda KİKDE gelişimi verisi

olmaması ve KİKDE gelişimine kök neden olabilecek öz niteliklerin bazılarının kateterizasyon işlemine müteakip 24 saatlik süreçte gerçekleşmediği için veri setimize eklenememesi (örneğin, kateterin takılı kalma süresi) bazılarının ise retrospektif bir çalışma yapmamız nedeniyle hiç toplanmamış olması (örneğin; kateterizasyon işlemi yapan personelinin deneyim durumu, hijyen şartları, girişim sayısı) gösterilebilir.

Çalışmamızda KİKDE gelişiminde etkili olabilecek faktörlere yönelik istatistiksel analizler de gerçekleştirilmiştir. Tek değişkenli analizde; gestasyonel yaş, doğum ağırlığı, TPN ihtiyacı kan ve kateter ucu kültürü üremesi ve HYS bağımsız risk faktörleri olarak saptanmıştır. Çoklu regresyon analizinde sadece kan ve kateter ucu kültürü üremeleri bağımsız risk faktörü olarak görülmüştür. Bunun nedeni olarak KİKDE tanısı koyabilmek için kültür üremesi pozitifliğine ihtiyaç duyulması gösterilebilir.

Reiter ve ark. (110)'ın kapalı ilaç dağıtım sisteminin KİKDE üzerine etkisini inceledikleri çalışmalarında gestasyonel yaşı anlamlı risk faktörü olarak saptanmıştır. Costa ve ark. (111)'in PYSK'ye bağlı KİKDE gelişimi risk faktörlerini inceledikleri prospektif çalışmalarında düzeltilmiş gestasyonel yaş bağımsız risk faktörü olarak saptanmıştır. Çalışmamızda gestasyonel yaş tek değişkenli analizde, gestasyonel yaş ve düzeltilmiş yaş makine öğrenmesi tarafından KİKDE gelişiminde etkili risk faktörü olarak saptanmış olup, literatürle uyumludur.

Birçok çalışmada doğum ağırlığının KİKDE gelişiminde etkili risk faktörlerinden olduğu görülmüştür. Geffers ve ark. (93)'in çok merkezli

prospektif çalışmalarında düşük doğum ağırlığı, Zingg ve ark. (94)'ın tek merkezli prospektif çalışmalarında aşırı düşük doğum ağırlığı, Mahieu ve ark. (95)'in tek merkezli prospektif çalışmalarında 1000 gr altındaki yenidoğanların KİKDE gelişimi için risk faktörü olduğu saptanmıştır. Bizim çalışmamızda doğum ağırlığı model tarafından önemli bir öznitelik olarak belirlenip KİKDE gelişimi tahmininde kullanılmıştır.

TPN desteği verilen hastalarda kullanılan, özellikle lipit içerikli olan solüsyonlar mikroorganizmalar için uygun besiyeri oluşturup KNS bakteriyemisine neden olabilmektedir (112). Zingg ve ark. (94), Reiter ve ark. (110), Mahieu ve ark. (95)'in çalışmalarında TPN desteği KİKDE ile ilişkili risk faktörü olarak bulunmuştur. Çalışmamızda TPN hem tek değişkenli bağımsız risk faktörü olarak belirlenip hem de model tarafından öznitelik olarak seçilmiş olup literatürle uyumludur.

Literatürde kateter çeşidine göre KİKDE riski ile ilgili bir fikir birliği bulunmamaktadır. Shalabi ve ark. (97), Mahieu ve ark. (95)'in yaptıkları çalışmalarda kateter çeşitlerine göre KİKDE gelişimi açısından herhangi bir fark saptanmamıştır. Cauto ve ark. (113) ile Yumani ve ark. (91)'in KİKDE gelişimi risk faktörlerini araştırdıkları çalışmalarında UVK ile anlamlı ilişkili saptanmış iken Chien ve ark. (3) Filippi ve ark. (92)'in çalışmalarında ise PYSK ile anlamlı ilişki saptanmıştır. Landers ve ark. (114)'in çalışmalarında UAK, KİKDE ile ilişkili anlamlı bir risk faktörü olarak saptanmıştır. Bizim çalışmamızda yapılan istatistiksel analizde kateter çeşitleri ile KİKDE arasında anlamlı bir ilişki saptanmamıştır; ancak, makine öğrenmesi modelinde hem UVK hem de UAK

KİKDE gelişiminin tahminlenmesinde kullanılan öznitelikler olarak seçilmişlerdir.

Literatürde KİKDE risk faktörleri ile HYS ilişkisinin değerlendirildiği çalışmalar kısıtlıdır. Garcia ve ark. (115)'ın yaptıkları çalışmada ağır hasta yenidoğanlarda HYS'nin KİKDE gelişiminde anlamlı bir risk faktörü olduğu gösterilmiştir. Bizim çalışmamızda tek değişkenli analizde hastanede yatış bağımsız risk faktörü olsa da çoklu regresyon analizde anlamlı bulunmamıştır.

Hastanede yatış süresinin doğru tahmini, hastanın bakım sürecinin planlanmasının yanı sıra YYBÜ'deki yatak ve malzemelerin etkin bir şekilde kullanılmasını sağlayarak hasta akışının daha etkin bir şekilde yönetilmesi ve hastane maliyetlerinin azaltılmasına yardımcı olabilir. Ayrıca bebeğinin tahmini yatış süresini sıklıkla bilmek isteyen ebeveynlerin kaygılarını azaltmaya yardımcı olabilir ve taburculuğu yaklaşan hastaların ebeveynlerinin hazırlanmasına olanak sağlar.

Çalışmamızda hastanede yatış süresini etkileyecek risk faktörlerinin istatistiksel analizi yapıldığında çoklu regresyon analizde gestasyonel yaş, doğum ağırlığı ve ventilasyon tedavisi başta olmak üzere, PYSK, antibiyoterapi ihtiyacı ve kateter ucu kültürü üremesi bağımsız faktörler olarak saptanmıştır. Klinik deneyimlerden de çıkarım yapılabileceği üzere gestasyonel yaş ve doğum ağırlığı HYS ile güçlü bir negatif korelasyona; PYSK, antibiyoterapi ihtiyacı ve kateter ucu kültürü üremesi ise pozitif korelasyona sahiptir. Yenidoğan ne kadar küçük ve aldığı tedaviler, uygulanan işlemler ne kadar çok ise yenidoğanın stabilizasyonu için geçen süre o kadar fazladır.

Powell ve ark. (116) tarafından 762 preterm yenidoğan ile yapılan tek merkezli retrospektif çalışmada, gestasyonel yaşın HYS'yi tahminlemede en önemli değişken olduğu saptanmıştır. Ayrıca çoklu regresyon analizinde doğum ağırlığı, solunumsal problemler, enfeksiyonlar ve metabolik problemler de HYS için belirleyici faktörler olarak belirtilmiştir. Bizim çalışmamızda da gestasyonel yaş, doğum ağırlığı, enfeksiyonla ilişkili etmenler olarak antibiyoterapi ihtiyacı ve kateter ucu kültürü üremesi de HYS gelişiminde risk faktörleri olarak gösterilmiş olup bu çalışma ile benzerlik göstermiştir.

Literatüre bakıldığında erişkin hastalar için hastanede yatış süresi ile ilgili çeşitli makine öğrenmesi kullanılarak yapılan modelleme çalışmaları (117–121) olmasına rağmen yenidoğanlarda kısıtlı sayıda çalışma mevcuttur.

Çalışmamızda YYBÜ'ye yatıp kateterizasyon uygulanan yenidoğanların ilk 24 saat içerisinde elde edilen demografik ve klinik verileri ile hastanede yatış süreleri tahminlenmeye çalışılmıştır. Burada amaç, yenidoğanın yattığı ilk gün YYBÜ'de toplam kaç gün takip edileceğini tahminleyebilmektedir. Bunun için kullanılan makine öğrenmesi algoritmaları; Lineer Regresyon, K-En Yakın Komşu, Destek Vektör Makinesi, Karar Ağacı, Rastgele Orman, Torbalama, Adaptif Artırma, Gradyan Artırma, Hafif Gradyan Artırma Makineleri, Ekstremler Gradyan Artırma, Kategorik Artırma ve Çok Katmanlı Algılayıcı'dır. Çalışmamızda 0,815 R^2 değeri ile en iyi performansı gösteren model, Ekstremler Gradyan Artırma algoritması tarafından oluşturulmuştur. Modelin kullandığı öznitelikler başta flukonazol tedavisi olmak üzere, TPN ihtiyacı, doğum haftası, doğum kilosu (kategorik), UAK, polisitemi, yatış anında verilen ventilasyon

tedavisi, ilk 24 saat antibiyotik ihtiyacı, solunum sıkıntısı, maternal risk faktörü, koryoamniyonit ve ampisilin, amikasin, penisilin antibiyoterapileridir.

Bannwart ve ark. (122) tarafından yapılan çalışmada perinatal ilk üç güne kadar beliren perinatal risk faktörleri ile bir formül oluşturularak HYS tahminlenmeye çalışılmıştır. Bu formülde, doğum ağırlığı ve gestasyonel yaş başta olmak üzere respiratuvar distres sendromu gelişimi, resüsitasyon sırasında endotrakeal tüp ihtiyacı, 1. dk APGAR skoru ve doğumda komplikasyon gelişimi HYS tahminlemesinde kullanılan değişkenler olarak belirlenmiştir. Oluşturulan formülün HYS'yi tahminleme başarısı R^2 0,63 olarak ölçülmüştür. Bizim çalışmamızda makine öğrenmesi kullanılarak oluşturulan modelin tahminleme başarısı R^2 0,815 ile daha yüksek saptanmıştır. Doğum ağırlığı ve gestasyonel yaş ile solunum sıkıntısı bu çalışmada olduğu gibi bizim modelimizde de önemli öznitelikler olarak saptanmıştır.

Thompson ve ark. (123)'ün yaptıkları çalışmada, Florida eyaletinden 216 farklı hastanenin verilerini içeren 2014 yılına ait yatan hasta veri tabanı kullanılarak yenidoğanlar için uzamış hastanede yatış süresi modellenmeye çalışılmıştır. Toplamda 2610 yenidoğanın kabul anında yatış süresinin modellenmesi hedeflendiği için veri tabanından bu amaca yönelik 20 öznitelik seçilmiştir. Bunlar; başvuru saati, başvuru zamanının haftasonu olup olmaması, ilk tanı, cinsiyet, hastane numarası, sosyal güvence, hane geliri, hastanın ikameti (metropol, kentsel, kırsal yerleşim yerlerine göre 5 farklı kategori), ilk müdahale, hasta eyalet kodu, ırk, hastane posta kodu, hastanın ikamet posta kodu, hastane hizmet hattı, sağlık sigortası talep formundaki (UB-04) başvuru anında girilen

kodlar ve posta kodu bazında medyan ulusal hane geliri çeyreğidir. Bu öznitelikler kullanılarak Lojistik Sınıflandırma, Naive Bayes, Destek Vektör Makinesi, Karar Ağacı, Rastgele Orman, Rastgele Ağaç, Çok katmanlı Algılayıcı algoritmaları ve 10 kat çapraz doğrulama yöntemi kullanılarak modeller oluşturulmuştur. Çalışmanın sonucunda en iyi performans 0,877'lik AUC değeri ile Rastgele Orman modeli olmuştur.

Temple ve ark. (124)'ın 2007–2013 yılları arasında tek merkezli 4693 hasta ile yaptıkları çalışmada, 2-10 gün içerisinde taburcu edilmesi muhtemel hastalar tahmin edilmeye çalışılmıştır. Modelde kullanılmak üzere hastaların günlük klinik seyirlerinden seçilen 26 adet öznitelik 4 ana kategoriye ayrılmıştır. Nitel kategori altında değerlendirilen öznitelikler; gestasyonel yaş, doğum ağırlığı, taburculuk açısından değerlendirildiği andaki vücut ağırlığı, apne ve bradikardi atak sayısı, mL cinsinden oral beslenme miktarı, mL cinsinden orogastrik sonda ile beslenme miktarı, oral beslenme yüzdesi, postnatal kaçınıcı gününde olduğu, litre cinsinden oksijen tedavisidir. Nicel kategori altında değerlendirilen özellikler; infüzyon tedavisi, kafein tedavisi, ventilasyon desteği alıp almaması şeklindedir. Tasarlanmış öznitelikler kategorisi altında değerlendirilen öznitelikler; son apne ve bradikardi atağından sonra geçen gün sayısı, infüzyon tedavisinin uygulanmadığı gün sayısı, kafein tedavisinin uygulanmadığı gün sayısı, ventilatör desteği verilmeyen gün sayısı, oksijen tedavisinin verilmediği gün sayısı, oral beslenmenin total beslenmenin %90'ından fazla olması, mL cinsinden toplam beslenme, mevcut ağırlığın doğum ağırlığına oranı, oral beslenmenin vücut ağırlığına oranıdır. Popülasyon kategorisi altında

değerlendirilen öznelilikler; prematürite, kardiyak cerrahi, gastrointestinal sistem cerrahisi, nörocerrahi şeklindedir. Model oluşturmak için Rastgele Orman algoritmaları kullanılmış olup hastaların taburcu olacakları günler 2, 4, 7 ve 10 gün öncesinden tahmin edilmeye çalışılmıştır. Oluşturulan modellerin AUC değerleri 2 gün için 0,854, 4 gün için 0,795, 7 gün için 0,754 ve 10 gün için 0,723 olarak belirtilmiştir. Bütün tahminlerde en önemli öznelilik ise oral beslenme yüzdesi çıkmıştır.

Hem Thompson hem de Temple ve ark. tarafından yapılan çalışmalarda veri seti; eğitim ve test seti olarak bölünmemiş, tüm veri seti eğitime sokulmuştur. Ancak makine öğrenmesi modellerinin esas amacı hiç görmediği verilere uygun genellikte bir model geliştirebilmektedir. Aynı veriler üzerinde eğitim ve değerlendirme yapılması aşırı öğrenme problemini de beraberinde getirmektedir. Bu da modelin değerlendirme performansı yüksek çıkmasına rağmen, hiç görmediği benzersiz bir veri setinde kötü performans gösterme olasılığını arttırmaktadır. Veri setinin eğitim ve test seti olarak ikiye bölünmesi, eğitilen modelin gerçek hayatta yeni veriler üzerindeki performansının öngörülebilmesini sağlamaktadır. Her iki çalışmada da çapraz doğrulama tekniği kullanılmıştır; ancak seçim yanlılığı açısından herhangi bir kontrol yapılmamıştır. Bu nedenle eğitilen parçaların uygun rastgeleliği sağlayıp sağlamadığı bilinmemektedir. Söz konusu nedenler, bu modellerin genelleştirilebilirliğinin kısıtlı olmasına yol açmaktadır (109). Bizim çalışmamızda veri seti hem eğitim hem de test seti olarak bölünmüştür. Test seti eğitim boyunca modele hiç gösterilmemiş olup model eğitildikten sonra nihai performansı belirlemek için yalnızca bir kere

kullanılmıştır. Ayrıca modelin eğitimi sırasında seçim yanlılığını önlemek için eğitim seti, hastanede yatış günleri dağılımı dengeli olacak şekilde beş parçaya ayrılmıştır. Eğitim setinin dengeli dağılması, test setinin de dengeli dağıldığının varsayılmasını sağlar. Bu sayede modelimizin güvenilirliği artırılmıştır.

Çalışmamızın kısıtları; tek merkezli ve retrospektif bir çalışma olması olarak değerlendirilebilir. Tek merkezli bir çalışma olması nedeniyle veri seti yeterince büyük değildir. KİKDE gelişen hasta sayısının az olması veri setinin dengesiz dağılmasına neden olmuştur; bu durum modelin performansını etkilemiştir. Retrospektif çalışma olması, HYS ve KİKDE gelişiminde rol oynayan bazı perinatal özelliklerin kayıtlarında eksiklik olması nedeniyle bu özellikler çalışma dışı bırakılmıştır.

Çalışmamız, yenidoğan hasta grubunda KİKDE gelişimi ihtimalinin makine öğrenmesi algoritmaları ile tahmin etmeye yönelik literatürdeki ilk çalışma olma özelliği taşımaktadır. KİKDE gelişiminin ve HYS'nin doğru tahmininin; hasta yönetimi, hastane kaynaklarının etkin bir şekilde kullanımı, maliyetin düşürülmesi gibi pek çok konuda avantaj sağlayacağı kanaatindeyiz. Çalışmamızdan yola çıkarak; çok merkezli, prospektif, dengeli dağılıma sahip büyük veri seti ile daha yüksek performanslı modeller kullanılarak KİKDE gelişimi ve HYS'nin daha doğru tahmin edildiği başka çalışmalar planlanabilir.

Çalışmamız KİKDE gelişimi ve HYS tahminlenmesine odaklanmış olsa da elektronik tıbbi kayıtların yaygınlaşması sayesinde makine öğrenmesi algoritmalarının yenidoğan hasta grubunda kullanılabileceği pek çok alan mevcuttur (125). Gelişen yapay zeka teknolojisi ile öngörülebilir ve önlenebilir

hataların önüne geçilmesi, klinisyenlere kararlarında destek sağlanmasının yanında kişiselleştirilmiş yenidoğan bakımı da mümkün olabilecektir. Bununla birlikte, yapay zekanın potansiyelinden tam olarak yararlanabilmek için klinisyenlerin dijital okuryazarlığının geliştirilmesi gerekmektedir.



6. SONUÇ VE ÖNERİLER

- Çalışmamıza Ocak 2019 ile Aralık 2021 tarihleri arasında Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi YYBÜ'deki takibi sırasında UAK, UAV ve/veya PYSK yerleştirilen 306 yenidoğan ve 582 santral kateter dahil edildi.
- Hastaların 170'i (%55,6) erkek, 136'sı (%44,4) kız; 46'sı (%15) NSVY, 260'ı (%85) C/S ile doğmuş olup ortalama gestasyonel yaş 34,4 hafta ($25^{1/7}$ - $42^{2/7}$), ortalama doğum ağırlığı 2241,1 gr (530-4660); ortalama HYS 28,3 gün (2-197) idi.
- Hastaların 218'ine (%71,2) yatışlarının ilk 24 saatinde antibiyoterapi tedavisi, 202'sine (%66) solunum desteği ve 154'üne (%49,7) TPN desteği verildi.
- Hastalara yerleştirilen 582 kateterin 151'i (%26) UAK, 286'sı (%49) UVK ve 145'i (%25) PYSK idi. 133 hastaya 1 adet, 100 hastaya 2 adet, 52 hastaya 3 adet, 15 hastaya 4 adet, 4 hastaya 5 adet, 1 hastaya 6 adet, 1 hastaya toplamda 7 adet kateter takıldı.
- UAK'nin; ortanca takılma günü 1 gün, ortanca takılı kalma günü 5 gün, ortanca çıkarılma günü 6 gün idi. UVK'nin; ortanca takılma günü 1 gün, ortanca takılı kalma günü 6 gün, ortanca çıkarılma günü 7 gün idi. PYSK'nin ortanca takılma günü 8 gün, ortanca takılı kalma günü 10 gün, ortanca çıkarılma günü 19 gün idi.
- UAK'lerin %9,9'unda komplikasyon gelişmiş olup 7'si (%4,6) enfeksiyöz, 8'i (%5,3) mekanik komplikasyonlar idi.

- UVK'lerin %10,1'inde komplikasyon gelişmiş olup, 18'i (%6,3) enfeksiyöz, 11'i (%3,8) mekanik komplikasyonlar idi.
- Tüm kateterler içinde PYSK en sık komplikasyon görülen kateter idi (%21,2); bunların 18'i (%12,3) mekanik, 12'si (%8,2) enfeksiyöz, 1'i (%0,7) trombotik komplikasyon idi.
- Doğum ağırlığına göre KİKDE hızı; ≤ 1000 gr hastalarda 6,4/1000 kateter günü, 1001-1500 gr arası hastalarda 9,8/1000 kateter günü, 1501-2500 gr arası hastalarda 6,9/1000 kateter günü, >2500 gr hastalarda 4,3/1000 kateter günü idi.
- Kateter çeşitlerine göre KİKDE hızı; UAK için 8,5/1000 kateter günü, UVK için 12,2/1000 kateter günü, PYSK için 8,9/1000 kateter günü idi.
- KİKDE tanısı alan hastalarda en sık üretilen mikroorganizma MRSE idi, bunu gram negatif mikroorganizmalar (*Serratia marcescens*, *Stenotrophomonas maltophilia*, *Ralstonia insidiosa*, *Klebsiella oxytoca*, *Ralstonia picketti*, *Klebsiella pneumoniae*) takip etti. Literatürde en sık gösterilen etken olan KNS'ler ise en az üretilen mikroorganizma idi.
- PYSK takılı kalma süresini etkileyen faktörler çok değişkenli lojistik regresyon analizde kateter ilişkili komplikasyon gelişimi ($p<0,001$), hastanede yatış günü ($p<0,001$) ve antibiyoterapi ihtiyacı ($p=0,003$) idi.

- KİKDE gelişimini etkileyen faktörler çok değişkenli lojistik regresyon analizde kan ve kateter ucu kültüründe üreme olması ($p<0,001$) idi.
- HYS'yi etkileyen faktörler çok değişkenli lineer regresyon analizde gestasyonel hafta, doğum ağırlığı ve verilen ventilasyon destek tedavisi ($p<0,001$), antibiyoterapi, kateter ucu kültüründe üreme olması ($p=0,002$) ve PYSK takılması ($p=0,009$) idi.
- KİKDE gelişimi tahminlenmesinde en başarılı model 0,763 AUC ile Gradyan Artırma algoritması idi.
- Karmaşıklık matrisine göre Gradyan Artırma algoritmasının oluşturduğu model tarafından 108 KİKDE olmayan hastanın 102'si, 9 KİKDE olan hastanın ise 5'i doğru tahminlendi.
- Modele göre en önemli öznitelikler; düzeltilmiş yaş, yatış tanısı (kategorik), doğum ağırlığı (kategorik), ilk 24 saat antibiyoterapi, UVK, gestasyonel yaş (kategorik), UAK, maternal risk faktörü, beslenme intoleransı, solunumsal patolojiler, ampisilin antibiyoterapisi, penisilin antibiyoterapisi, TPN ihtiyacı, nörolojik patolojiler, maternal antibiyotik kullanımı ve erken membran rüptürü idi.
- HYS tahminlenmesinde en başarılı model 0,815 R^2 ile Ekstrem Gradyan Artırma algoritması idi.
- Modele göre en önemli öznitelikler; flukonazol tedavisi, TPN ihtiyacı, gestasyonel yaş, doğum ağırlığı (kategorik), UAK,

polisitemi, ventilasyon tipi, ilk 24 saat antibiyoterapi, solunumsal patolojiler, maternal risk faktörü, koryoamniyonit, penisilin, ampicilin ve amikasin antibiyoterapileri idi.

- Literatürde yenidoğan hasta grubunda yapay zeka kullanılarak yapılan çok az çalışma mevcuttur, bu konuda oldukça yüksek bir potansiyele sahiptir.
- Çalışmamız yenidoğan hasta grubunda yapay zeka kullanılarak KİKDE gelişimini tahminlemeye çalışan ilk çalışmadır.
- YZ'nin sağlık alanında kullanımı yaygınlaştıkça öngörülebilir hataların önüne geçilmesi, klinisyenlere kararlarında destek olunması ve kişiselleştirilmiş yenidoğan bakımı mümkün olabilecektir.
- YZ'nin yaygınlaşabilmesi ve potansiyelinden tam olarak yararlanılabilmesi için sağlık çalışanlarının dijital okuryazarlığının geliştirilmesi gerekmektedir.

7. KAYNAKLAR

1. Cloherty JP, Eichenwald EC, Stark AR. Manual of Neonatal Care. Lippincott Williams & Wilkins; 2008.
2. Bülbul A, OKAN F. Yenidoğanda sık kullanılan invazif girişimler. Sisli Etfal Hastan Tıp Bul. 2008;42(1):1-9.
3. Chien LY, Macnab Y, Aziz K, Andrews W, Mcmillan DD, Lee SK, vd. Variations in central venous catheter-related infection risks among Canadian neonatal intensive care units. Pediatr Infect Dis J. 2002;21(6):505-11.
4. Shahid S, Dutta S, Symington A, Shivananda S. Standardizing umbilical catheter usage in preterm infants. Pediatrics. 2014;133(6):1742-52.
5. Tiffany KF, Burke BL, Collins-Odoms C, Oelberg DG. Current practice regarding the enteral feeding of high-risk newborns with umbilical catheters in situ. Pediatrics. 2003;112(1):20-3.
6. MacDonald MG, Ramasethu J, Rais-Bahrami K. Atlas of Procedures in Neonatology. Lippincott Williams & Wilkins; 2012.
7. Chowdhary SK, Parashar K, Buick RG, Gornall P, Corkery JJ. Central-venous access through the peripheral route in surgical neonates: an audit of 125 consecutive lines from a regional neonatal centre. Pediatr Surg Int. 2001;17(5):433-5.
8. Ramasethu J. Complications of vascular catheters in the neonatal intensive care unit. Clin Perinatol. 2008;35(1):199-222.

9. Haas NA, Haas SA. Central venous catheter techniques in infants and children. *Current Opinion in Anesthesiology*. 2003;16(3):291-303.
10. Gomella TL, Eyal FG, Bany-Mohammed F. Gomella's Neonatology. 8th bs. New York, NY: McGraw-Hill Medical; 2020.
11. Malas A, Sulak O, Gökçimen A, Sarı A. Fetal Dönem Boyunca Umbilikal Damarların İntraabdominal Bölümünün Işık Mikroskobu İle Araştırılması. *SDÜ Tıp Fakültesi Dergisi*. 1999;6(4):5-10.
12. Mavrides E, Moscoso G, Carvalho JS, Campbell S, Thilaganathan B. The anatomy of the umbilical, portal and hepatic venous systems in the human fetus at 14–19 weeks of gestation. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2001;18(6):598-604.
13. Rosen MS, Reich SB. Umbilical venous catheterization in the newborn: identification of correct positioning. *Radiology*. 1970;95(2):335-40.
14. O'Grady NP, Alexander M, Dellinger EP, Gerberding JL, Heard SO, Maki DG, vd. Guidelines for the prevention of intravascular catheter-related infections. Centers for Disease Control and Prevention. *MMWR Recomm Rep*. 2002;51(RR-10):1-29.
15. Hei MY, Zhang XC, Gao XY, Zhao LL, Wu ZX, Tian L, vd. Catheter-related infection and pathogens of umbilical venous catheterization in a neonatal intensive care unit in China. *Am J Perinatol*. 2012;29(02):107-14.
16. Yiğit Ş, Ecevit A, Altun Köroğlu Ö. Turkish neonatal society guideline on the neonatal pain and its management. *Turk Pediatri Ars [Internet]*. 2018 [a.yer 2022 Eki 19];53:161-71. Available from:

<http://turkarchpediatr.org/en/turkish-neonatal-society-guideline-on-the-neonatal-pain-and-its-management-13214>

17. Motta G de CP da, Cunha MLC da. Prevention and non-pharmacological management of pain in newborns. *Rev Bras Enferm.* 2015;68:131-5.
18. Verheij GH, te Pas AB, Smits-Wintjens VEJ, Šrámek A, Walther FJ, Lopriore E. Revised formula to determine the insertion length of umbilical vein catheters. *Eur J Pediatr.* 2013;172(8):1011-5.
19. Mutlu M, Pariltan BK, Aslan Y, Eyüpoğlu İ, Kader Ş, Aktürk FA. Comparison of methods and formulas used in umbilical venous catheter placement. *Turkish Archives of Pediatrics/Türk Pediatri Arşivi.* 2017;52(1):35.
20. Dunn PM. Localization of the umbilical catheter by post-mortem measurement. *Arch Dis Child.* 1966;41(215):69.
21. Shukla H, Ferrara A. Rapid estimation of insertional length of umbilical catheters in newborns. *American Journal of Diseases of Children.* 1986;140(8):786-8.
22. Nash P. Umbilical catheters, placement, and complication management. *Journal of Infusion Nursing.* 2006;29(6):346-52.
23. Mandel D, Mimouni FB, Littner Y, Dollberg S. Double catheter technique for misdirected umbilical vein catheter. *J Pediatr.* 2001;139(4):591-2.
24. Fleming SE, Kim JH. Ultrasound-guided umbilical catheter insertion in neonates. *Journal of Perinatology.* 2011;31(5):344-9.

25. Franta J, Harabor A, Soraisham AS. Ultrasound assessment of umbilical venous catheter migration in preterm infants: a prospective study. *Archives of Disease in Childhood-Fetal and Neonatal Edition*. 2017;102(3):F251-5.
26. Ades A, Sable C, Cummings S, Cross R, Markle B, Martin G. Echocardiographic evaluation of umbilical venous catheter placement. *Journal of Perinatology*. 2003;23(1):24-8.
27. Seigel A, Evans N, Lutz T. Use of clinician-performed ultrasound in the assessment of safe umbilical venous catheter tip placement. *J Paediatr Child Health*. 2020;56(3):439-43.
28. Oppenheimer DA, Carroll BA. Ultrasonic localization of neonatal umbilical catheters. *Radiology*. 1982;142(3):781-2.
29. George L, Waldman JD, Cohen ML, Segall ML, Kirkpatrick SE, Turner SW, vd. Umbilical vascular catheters: localization by two-dimensional echocardiography. *Pediatr Cardiol*. 1982;2(3):237-43.
30. Greenberg M, Movahed H, Peterson B, Bejar R. Placement of umbilical venous catheters with use of bedside real-time ultrasonography. *J Pediatr*. 1995;126(4):633-5.
31. Elser HE. Options for securing umbilical catheters. *Advances in Neonatal Care*. 2013;13(6):426-9.
32. Tsui BCH, Richards GJ, Aerde J van. Umbilical vein catheterization under electrocardiogram guidance. *Pediatric Anesthesia*. 2005;15(4):297-300.

33. Mutlu M, Aslan Y, Kul S, Yılmaz G. Umbilical venous catheter complications in newborns: a 6-year single-center experience. *The Journal of Maternal-Fetal & Neonatal Medicine*. 2016;29(17):2817-22.
34. Grizelj R, Vukovic J, Bojanic K, Loncarevic D, Stern-Padovan R, Filipovic-Grcic B, vd. Severe liver injury while using umbilical venous catheter: case series and literature review. *Am J Perinatol*. 2014;31(11):965-74.
35. Sulemanji M, Vakili K, Zurakowski D, Tworetzky W, Fishman SJ, Kim HB. Umbilical venous catheter malposition is associated with necrotizing enterocolitis in premature infants. *Neonatology*. 2017;111(4):337-43.
36. Bayhan C, Takci S, Çiftçi TT, Yurdakok M. Sterile hepatic abscess due to umbilical venous catheterization. *Turk J Pediatr*. 2012;54(6):671-3.
37. Fuchs EM, Sweeney AG, Schmidt JW. Umbilical venous catheter-induced hepatic hematoma in neonates. *J Neonatal Perinatal Med*. 2014;7(2):137-42.
38. Chioukh FZ, Ameer K ben, Hmida H ben, Monastiri K. Pericardial effusion with cardiac tamponade caused by a central venous catheter in a very low birth weight infant. *Pan African Medical Journal*. 2016;25(1).
39. Amer A, Broadbent RS, Edmonds L, Wheeler BJ. Central venous catheter-related tachycardia in the newborn: Case report and literature review. *Case Rep Med*. 2016;2016:6206358.

40. Symchych PS, Krauss AN, Winchester P. Endocarditis following intracardiac placement of umbilical venous catheters in neonates. *J Pediatr*. 1977;90(2):287-9.
41. Pegu S, Murthy P. Ascites with hepatic extravasation of total parenteral nutrition (TPN) secondary to umbilical venous catheter (UVC) malposition in an extremely preterm baby. *BMJ Case Rep*. 2018;2018:bcr-2018-226377.
42. Kanto WP, Parrish RA. Perforation of the peritoneum and intra-abdominal hemorrhage: a complication of umbilical vein catheterizations. *American Journal of Diseases of Children*. 1977;131(10):1102-3.
43. Hogan MJ. Neonatal vascular catheters and their complications. *Radiol Clin North Am*. 1999;37(6):1109-25.
44. Gordon A, Greenhalgh M, McGuire W. Early planned removal of umbilical venous catheters to prevent infection in newborn infants. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2017;(10):CD012142.
45. Mermel LA, Farr BM, Sherertz RJ, Raad II, O'Grady N, Harris JS, vd. Guidelines for the management of intravascular catheter-related infections. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2001;22(4):222-42.
46. Raad II, Luna M, Khalil SAM, Costerton JW, Lam C, Bodey GP. The relationship between the thrombotic and infectious complications of central venous catheters. *JAMA*. 1994;271(13):1014-6.

47. Yu X, Yue S, Wang M, Cao C, Liao Z, Ding Y, vd. Risk factors related to peripherally inserted central venous catheter nonselective removal in neonates. *Biomed Res Int*. 2018;2018:3769376.
48. Njere I, Islam S, Parish D, Kuna J, Keshtgar AS. Outcome of peripherally inserted central venous catheters in surgical and medical neonates. *J Pediatr Surg*. 2011;46(5):946-50.
49. Sharpe E, Pettit J, Ellsbury DL. A national survey of neonatal peripherally inserted central catheter (PICC) practices. *Advances in Neonatal Care*. 2013;13(1):55-74.
50. Pettit Janet, Wyckoff MM, National Association of Neonatal Nurses. *Peripherally Inserted Central Catheters : Guideline for Practice*. National Association of Neonatal Nurses; 2007. 71 s.
51. Racadio JM, Doellman DA, Johnson ND, Bean JA, Jacobs BR. Pediatric peripherally inserted central catheters: complication rates related to catheter tip location. *Pediatrics*. 2001;107(2):e28–e28.
52. Sneath N. Are supine chest and abdominal radiographs the best way to confirm PICC placement in neonates? *Neonatal Network*. 2010;29(1):23-35.
53. Aly H, Herson V, Duncan A, Herr J, Bender J, Patel K, vd. Is bloodstream infection preventable among premature infants? A tale of two cities. *Pediatrics*. 2005;115(6):1513-8.

54. Gupta R, Drendel AL, Hoffmann RG, Quijano C v, Uhing MR. Migration of central venous catheters in neonates: a radiographic assessment. *Am J Perinatol.* 2016;33(06):600-4.
55. Seckold T, Walker S, Dwyer T. A comparison of silicone and polyurethane PICC lines and postinsertion complication rates: a systematic review. *J Vasc Access.* 2015;16(3):167-77.
56. Doellman D. Prevention, assessment, and treatment of central venous catheter occlusions in neonatal and young pediatric patients. *Journal of Infusion Nursing.* 2011;34(4):251-8.
57. Chiang M, Chou Y, Chiang C, Chung H, Su W. Successful removal of a ruptured silastic percutaneous central venous catheter in a tiny premature infant. *Chang Gung Med J.* 2006;29(6):603-6.
58. Monagle P, Chalmers E, Chan A, DeVeber G, Kirkham F, Massicotte P, vd. Antithrombotic therapy in neonates and children: American College of Chest Physicians evidence-based clinical practice guidelines. *Chest.* 2008;133(6):887-968.
59. Shulman RJ, Pokorny WJ, Martin CG, Petitt R, Baldaia L, Roney D. Comparison of percutaneous and surgical placement of central venous catheters in neonates. *J Pediatr Surg.* 1986;21(4):348-50.
60. Murai DT. Are femoral Broviac catheters effective and safe?: A prospective comparison of femoral and jugular venous broviac catheters in newborn infants. *Chest.* 2002;121(5):1527-30.

61. Barrington KJ. Umbilical artery catheters in the newborn: effects of catheter materials. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 1999;(1).
62. Barrington KJ. Umbilical artery catheters in the newborn: effects of position of the catheter tip. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 1999;(1).
63. Kumar PP, Kumar CD, Nayak M, Shaikh FAR, Dusa S, Venkatalakshmi A. Umbilical arterial catheter insertion length: in quest of a universal formula. *Journal of Perinatology*. 2012;32(8):604-7.
64. Verheij GH, te Pas AB, Witlox RSGM, Smits-Wintjens VEJ, Walther FJ, Lopriore E. Poor accuracy of methods currently used to determine umbilical catheter insertion length. *Int J Pediatr*. 2010;2010:873167.
65. Wright IMR, Owers M, Wagner M. The umbilical arterial catheter: a formula for improved positioning in the very low birth weight infant. *Pediatric Critical Care Medicine*. 2008;9(5):498-501.
66. Min S ra, Lee HS. Comparison of Wright's formula and the Dunn method for measuring the umbilical arterial catheter insertion length. *Pediatr Neonatol*. 2015;56(2):120-5.
67. Kempley ST, Bennett S, Loftus BG, Cooper D, Gamsu HR. Randomized trial of umbilical arterial catheter position: clinical outcome. *Acta Paediatr*. 1993;82(2):173-6.
68. Gupta JM, Robertson NR, Wigglesworth JS. Umbilical artery catheterization in the newborn. *Arch Dis Child*. 1968;43(229):382-7.

69. Diamond DA, Ford C. Neonatal bladder rupture: a complication of umbilical artery catheterization. *J Urol*. 1989;142(6):1543-4.
70. Coleman MM, Spear ML, Finkelstein M, Leef KH, Pearlman SA, Chien C, vd. Short-term use of umbilical artery catheters may not be associated with increased risk for thrombosis. *Pediatrics*. 2004;113(4):770-4.
71. Schulz G, Keller E, Haensse D, Arlettaz R, Bucher HU, Fauchere JC. Slow blood sampling from an umbilical artery catheter prevents a decrease in cerebral oxygenation in the preterm newborn. *Pediatrics*. 2003;111(1):e73-6.
72. Randel SN, Tsang BHL, Wung JT, Driscoll JM, James LS. Experience with percutaneous indwelling peripheral arterial catheterization in neonates. *American Journal of Diseases of Children*. 1987;141(8):848-51.
73. Aldridge SA, Gupta JM. Peripheral artery cannulation in newborns. *J Singapore Paediatr Soc*. 1992;34(1-2):11-4.
74. Rais-Bahrami K, Karna P, Dolanski EA. Effect of fluids on life span of peripheral arterial lines. *Am J Perinatol*. 1990;7(02):122-4.
75. Hack WWM, Vos A, Okken A. Incidence of forearm and hand ischaemia related to radial artery cannulation in newborn infants. *Intensive Care Med*. 1990;16(1):50-3.
76. Kaplan A, Haenlein M. Siri, Siri, in my hand: Who's the fairest in the land? On the interpretations, illustrations, and implications of artificial intelligence. *Bus Horiz*. 2019;62(1):15-25.

77. Haenlein M, Kaplan A. A brief history of artificial intelligence: On the past, present, and future of artificial intelligence. *Calif Manage Rev.* 2019;61(4):5-14.
78. Fidora A, Sierra C. Ramon Llull, from the Ars Magna to Artificial Intelligence. Artificial Intelligence Research Institute Barcelona; 2011.
79. Muggleton S. Alan Turing and the development of Artificial Intelligence. *AI Communications.* 2014;27(1):3-10.
80. Bory P. Deep new: The shifting narratives of artificial intelligence from Deep Blue to AlphaGo. *Convergence.* 2019;25(4):627-42.
81. Waljee AK, Higgins PDR. Machine learning in medicine: a primer for physicians. *Official Journal of the American College of Gastroenterology|ACG.* 2010;105(6):1224-6.
82. Shalev-Shwartz S, Ben-David S. Understanding machine learning: From theory to algorithms. Cambridge University Press; 2014.
83. Hastie T, Tibshirani R, Friedman J. Overview of supervised learning. İçinde: *The Elements of Statistical Learning.* Springer; 2009. s. 9-41.
84. Hastie T, Tibshirani R, Friedman J. Unsupervised learning. *The elements of statistical learning.* Springer, New York, NY; 2009. s. 485-585.
85. Zhu XJ. Semi-supervised learning literature survey. Madison, WI: University of Wisconsin-Madison Department of Computer Sciences; 2005.
86. Jeatrakul P, Wong KW, Fung CC. Classification of imbalanced data by combining the complementary neural network and SMOTE algorithm.

- İçinde: International Conference on Neural Information Processing. 2010. s. 152-9.
87. Çokluk Ö. Lojistik regresyon analizi: Kavram ve uygulama. Kuram ve uygulamada eğitim bilimleri. 2010;10(3):1357-407.
88. Cunningham P, Delany SJ. K-nearest neighbour classifiers-a tutorial. ACM Computing Surveys (CSUR). 2021;54(6):1-25.
89. Albayrak AS, Yılmaz SK. Veri Madenciliği: Karar Ağacı Algoritmaları ve İmkb Verileri Üzerine Bir Uygulama. Suleyman Demirel University Journal of Faculty of Economics & Administrative Sciences. 2009;14(1):31-52.
90. Tomak L, Yüksel BEK. İşlem karakteristik eğrisi analizi ve eğri altında kalan alanların karşılaştırılması. J Exp Clin Med. 2009;27(2):58-65.
91. Yumani DFJ, van den Dungen FAM, van Weissenbruch MM. Incidence and risk factors for catheter-associated bloodstream infections in neonatal intensive care. Acta Paediatr. 2013;102(7):e293-8.
92. Filippi L, Pezzati M, di Amario S, Poggi C, Pecile P. Fusidic acid and heparin lock solution for the prevention of catheter-related bloodstream infections in critically ill neonates: a retrospective study and a prospective, randomized trial. Pediatric Critical Care Medicine. 2007;8(6):556-62.
93. Geffers C, Gastmeier A, Schwab F, Groneberg K, Rüden H, Gastmeier P. Use of central venous catheter and peripheral venous catheter as risk factors for nosocomial bloodstream infection in very-low-birth-weight infants. Infect Control Hosp Epidemiol. 2010;31(4):395-401.

94. Zingg W, Posfay-Barbe KM, Pfister RE, Touveneau S, Pittet D. Individualized catheter surveillance among neonates: a prospective, 8-year, single-center experience. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2011;32(1):42-9.
95. Mahieu LM, de Muynck AO, Ieven MM, de Dooy JJ, Goossens HJ, van Reempts PJ. Risk factors for central vascular catheter-associated bloodstream infections among patients in a neonatal intensive care unit. *Journal of Hospital Infection*. 2001;48(2):108-16.
96. Michel F, Brevaut-Malaty V, Pasquali R, Thomachot L, Vialet R, Hassid S, vd. Comparison of ultrasound and X-ray in determining the position of umbilical venous catheters. *Resuscitation*. 2012;83(6):705-9.
97. Shalabi M, Adel M, Yoon E, Aziz K, Lee S, Shah PS, vd. Risk of infection using peripherally inserted central and umbilical catheters in preterm neonates. *Pediatrics*. 2015;136(6):1073-9.
98. Butler-O'Hara M, D'Angio CT, Hoey H, Stevens TP. An evidence-based catheter bundle alters central venous catheter strategy in newborn infants. *J Pediatr*. 2012;160(6):972-7.
99. Franceschi AT, Cunha MLC da. Adverse events related to the use of central venous catheters in hospitalized newborns. *Rev Lat Am Enfermagem*. 2010;18:196-202.
100. Dudeck MA, Edwards JR, Allen-Bridson K, Gross C, Malpiedi PJ, Peterson KD, vd. National Healthcare Safety Network report, data summary for 2013, device-associated module. *Am J Infect Control*. 2015;43(3):206-21.

101. Rosenthal VD, Jarvis WR, Jamulitrat S, Silva CPR, Ramachandran B, Duenas L, vd. Socioeconomic impact on device-associated infections in pediatric intensive care units of 16 limited-resource countries: International Nosocomial Infection Control Consortium findings. *Pediatric critical care medicine*. 2012;13(4):399-406.
102. Hekimoğlu C, Batır E, Gözel E, Altun D. ULUSAL SAĞLIK HİZMETİ İLİŞKİLİ ENFEKSİYONLAR SÜRVEYANS AĞI (USHIESA) ÖZET RAPORU 2020 [Internet]. Research Gate. 2021 [a.yer 2022 Eki 20]. Available from: https://hsgm.saglik.gov.tr/depo/birimler/Bulasici-hastaliklar-db/hastaliklar/SHIE/Raporlar/USHIESA_OZET_RAPORU_2020.pdf
103. Tavlaş G. Yenidoğan Yoğun Bakım Ünitesinde Takip Edilen Pıcc Takılan ve Takılmayan Bebeklerin Retrospektif Karşılaştırılması. [Erzurum]: Atatürk Üniversitesi; 2021.
104. Parreco JP, Hidalgo AE, Badilla AD, Ilyas O, Rattan R. Predicting central line-associated bloodstream infections and mortality using supervised machine learning. *J Crit Care*. 2018;45:156-62.
105. Rahmani K, Garikipati A, Barnes G, Hoffman J, Calvert J, Mao Q, vd. Early prediction of central line associated bloodstream infection using machine learning. *Am J Infect Control*. 2022;50(4):440-5.
106. Bonello K, Emani S, Sorensen A, Shaw L, Godsay M, Delgado M, vd. Prediction of impending central-line-associated bloodstream infections in

hospitalized cardiac patients: development and testing of a machine-learning model. *Journal of Hospital Infection*. 2022;127:44-50.

107. Figueroa-Phillips LM, Bonafide CP, Coffin SE, Ross ME, Guevara JP. Development of a clinical prediction model for central line-associated bloodstream infection in children presenting to the emergency department. *Pediatr Emerg Care*. 2020;36(11):e600.
108. Beeler C, Dbeibo L, Kelley K, Thatcher L, Webb D, Bah A, vd. Assessing patient risk of central line-associated bacteremia via machine learning. *Am J Infect Control*. 2018;46(9):986-91.
109. Géron A. Hands-on machine learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow. “O’Reilly Media, Inc.”; 2022.
110. Reiter PD, Novak K, Valuck RJ, Rosenberg AA, Fish D. Effect of a closed drug-delivery system on the incidence of nosocomial and catheter-related bloodstream infections in infants. *Epidemiol Infect*. 2006;134(2):285-91.
111. Costa P, Paiva ED, Kimura AF, Castro TE de. Risk factors for bloodstream infection associated with peripherally inserted central catheters in neonates. *Acta Paulista de Enfermagem*. 2016;29:161-8.
112. Avila-Figueroa C, Goldmann DA, Richardson DK, Gray JE, Ferrari A, Freeman J. Intravenous lipid emulsions are the major determinant of coagulase-negative staphylococcal bacteremia in very low birth weight newborns. *Pediatr Infect Dis J*. 1998;17(1):10-7.

113. Couto RC, Pedrosa TMG, de Paula Tofani C, Pedroso ERP. Risk factors for nosocomial infection in a neonatal intensive care unit. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2006;27(6):571-5.
114. Landers S, Moise AA, Fraley JK, Smith E, Baker CJ. Factors associated with umbilical catheter-related sepsis in neonates. *American Journal of Diseases of Children.* 1991;145(6):675-80.
115. Garcia H, Romano-Carro B, Miranda-Novales G, González-Cabello HJ, Núñez-Enriquez JC. Risk factors for central line-associated bloodstream infection in critically ill neonates. *The Indian Journal of Pediatrics.* 2019;86(4):340-6.
116. Powell PJ, Powell C v, Hollis S, Robinson MJ. When will my baby go home? *Arch Dis Child.* 1992;67(10 Spec No):1214-6.
117. Yang CS, Wei CP, Yuan CC, Schoung JY. Predicting the length of hospital stay of burn patients: Comparisons of prediction accuracy among different clinical stages. *Decis Support Syst.* 2010;50(1):325-35.
118. Chuang MT, Hu YH, Tsai CF, Lo CL, Lin WC. The identification of prolonged length of stay for surgery patients. *Içinde: 2015 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics.* 2015. s. 3000-3.
119. Salah H. Predicting inpatient length of stay in Western New York health service area using machine learning algorithms. State University of New York at Binghamton; 2017.

120. Leppin AL, Gionfriddo MR, Kessler M, Brito JP, Mair FS, Gallacher K, vd. Preventing 30-day hospital readmissions: a systematic review and meta-analysis of randomized trials. *JAMA Intern Med.* 2014;174(7):1095-107.
121. Morton A, Marzban E, Giannoulis G, Patel A, Aparasu R, Kakadiaris IA. A comparison of supervised machine learning techniques for predicting short-term in-hospital length of stay among diabetic patients. İçinde: 2014 13th International Conference on Machine Learning and Applications. 2014. s. 428-31.
122. Campos Bannwart D de, Rebello CM, Sadeck L dos SR, Pontes MD, Ramos JLA, Leone CR. Prediction of length of hospital stay in neonatal units for very low birth weight infants. *Journal of Perinatology.* 1999;19(2):92-6.
123. Thompson B, Elish KO, Steele R. Machine learning-based prediction of prolonged length of stay in newborns. İçinde: 2018 17th IEEE International Conference on Machine Learning and Applications (ICMLA). 2018. s. 1454-9.
124. Temple MW, Lehmann CU, Fabbri D. Predicting Discharge Dates From the NICU Using Progress Note Data. *Pediatrics.* 2015;136(2):e395-405.
125. McAdams RM, Kaur R, Sun Y, Bindra H, Cho SJ, Singh H. Predicting clinical outcomes using artificial intelligence and machine learning in neonatal intensive care units: a systematic review. *Journal of Perinatology.* 2022;1-15.

8. ÖZET

“Yenidoğan Yoğun Bakım Ünitesinde Santral Kateter Uygulamalarının Retrospektif İncelenmesi”

Santral kateterler özellikle ağır hasta ve prematüre yenidoğanların takibinde YYBÜ’lerde sıklıkla kullanılan bir yöntemdir. Parenteral beslenme, yüksek konsantrasyonda intravenöz sıvı, uzun süreli antibiyotik tedavisi, kan basıncı izlemi gibi çeşitli endikasyonlarla kullanımı mevcuttur. Bu çalışmanın amacı; hastanemiz YYBÜ’de uygulanan kateterlerin özelliklerinin incelenmesi, KİKDE gelişimi ve HYS’nin hastanın YYBÜ’ye yattığı ilk 24 saat içerisinde elde edilen veriler ışığında makine öğrenmesi modelleri kullanılarak tahmin edilmesidir.

Ocak 2019 – Aralık 2021 tarihleri arasında Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Yenidoğan Yoğun Bakım Ünitesi’nde kateterizasyon uygulanmış 306 yenidoğan ve 582 kateter retrospektif olarak incelendi. Hastaların demografik bilgileri, hastalara verilen tedaviler ve uygulanan kateterlere ait özellikleri kaydedildi. PYSK takılı kalma süresi, KİKDE gelişimi ve HYS için risk faktörleri analiz edildi. YYBÜ’ye yatışlarının ilk 24 saatinde elde edilen bulgular ile makine öğrenmesi algoritmaları kullanılarak KİKDE gelişimi ve HYS tahmin eden modeller oluşturuldu.

Hastaların 170’i (%55,6) erkek, 136’sı (%44,4) kız; 46’sı (%15) NSVY, 260’ı (%85) C/S ile doğmuş olup ortalama gestasyonel yaş 34,4 hafta ($25^{1/7}$ - $42^{2/7}$), ortalama doğum ağırlığı 2241,1 gr (530-4660) idi. Doğum ağırlığına göre KİKDE hızı; ≤ 1000 gr hastalarda 6,4/1000 kateter günü, 1001-1500 gr arası hastalarda

9,8/1000 kateter günü, 1501-2500 gr arası hastalarda 6,9/1000 kateter günü, >2500 gr hastalarda 4,3/1000 kateter günü idi. PYSK takılı kalma süresini etkileyen faktörler; komplikasyon gelişimi ve HYS ($p<0,001$), antibiyoterapi ihtiyacı ($p=0,003$) idi. KİKDE gelişimini etkileyen faktörler; kan ve kateter ucu kültüründe üreme olması ($p<0,001$) idi. HYS'yi etkileyen faktörler gestasyonel hafta, doğum ağırlığı ve verilen ventilasyon destek tedavisi ($p<0,001$); antibiyoterapi ve kateter ucu kültüründe üreme olması ($p=0,002$); PYSK takılması ($p=0,009$) idi. Çalışmada KİKDE gelişimi en iyi 0,763 AUC değeri ile Gradyan Artırma algoritması tarafından modellendi. HYS en iyi 0,815 R^2 değeri ile en iyi Ekstrem Gradyan Artırma algoritması tarafından modellendi.

Yapay zekanın sağlık alanında kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır ve yenidoğan alanında çok az çalışma bulunmaktadır. KİKDE gelişimi ve HYS'nin doğru tahmin edilmesi; hasta bakım sürecinin doğru planlanmasına, önlenabilir morbidite ve mortalitelerin engellenmesine katkı sağlamasının yanında hasta akışının etkin şekilde yönetilip hastane maliyetlerinin azaltılmasına da yardımcı olabilir.

Anahtar kelimeler: makine öğrenmesi, yenidoğan, kateter ilişkili kan dolaşımı enfeksiyonu (KİKDE)

9. SUMMARY

“Retrospective Evaluation of Central Catheter Applications in the Neonatal Intensive Care Unit”

Central catheters are a method frequently used in NICUs, especially for monitoring severely ill and premature newborns. It is used for various indications such as parenteral nutrition, high concentration of intravenous fluid, long-term antibiotic therapy and blood pressure monitoring. The aim of this study was to examine the characteristics of the catheters applied in the NICU of our hospital, to predict the development of central line-associated bloodstream infection (CLABSI) and the length of stay (LOS) using machine learning models in the light of the data obtained within the first 24 hours of the patient’s hospitalization in the NICU.

306 newborns and 582 catheters, who underwent catheterization between January 2019 and December 2021 in the Neonatal Intensive Care Unit of Gazi University Medical Faculty Hospital, were analyzed retrospectively. The demographics of the patients, the treatments given and the characteristics of the catheters applied were recorded. The risk factors for peripherally inserted central catheter (PICC line) dwell time, CLABSI development and LOS were analyzed. With the findings obtained in the first 24 hours of admission to the NICU, models predicting CLABSI development and LOS were created using machine learning algorithms.

Among the patients, 170 (55.6%) were male, 136 (44.4%) were female; 46 (15%) were born with non-spontaneous vaginal delivery, 260 (85%) were born

with cesarean section; mean gestational age was 34.4 weeks (251/7-422/7); mean birth weight was 2241.1 g (530-4660). The CLABSI rates by birth weight were 6.4/1000 catheter days for patients ≤ 1000 g, 9.8/1000 catheter days for patients between 1001-1500 g, 6.9/1000 catheter days for patients between 1501-2500 g and 4.3/1000 catheter days for patients > 2500 g. Risk factors for PICC line dwell time were the development of complications and the LOS ($p < 0.001$), and the need for antibiotherapy ($p = 0.003$). Risk factors for CLABSI were positive blood culture test and catheter tip culture test ($p < 0.001$). Risk factors for LOS were gestational age, birth weight and ventilation support treatment ($p < 0.001$), antibiotic therapy and positive catheter tip culture test ($p = 0.002$), and insertion of PICC line ($p = 0.009$). The best-performing model for the development of CLABSI was the Gradient Boosting algorithm with an AUC of 0.763. The best-performing model for LOS was the Extreme Gradient Boosting algorithm with an R^2 of 0.815.

Despite the increasingly common use of artificial intelligence in the healthcare field, there are few studies in the neonatal field. The development of CLABSI and accurate estimation of LOS can contribute to correctly planning the patient care process, averting preventable morbidity and mortality, and reducing hospital costs by effectively managing the patient flow.

Keywords: machine learning, newborn, catheter-associated bloodstream infection (CLABSI)

10. EKLER

10.1 Olgu Formu

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ YENİDOĞAN YOĞUN BAKIM ÜNİTESİNDE
KATETERİZASYON UYGULANAN HASTALAR**

HASTA NUMARASI :

GESTASYONEL YAŞ :

DOĞUM AĞIRLIĞI:

DOĞUM ŞEKLİ: NSVY ☐ C/S ☐

CİNSİYET: KIZ ☐ ERKEK ☐

MATERNAL RISK FAKTÖRLERİ: VAR ☐ YOK ☐

İYE ☐ EMR ☐ DM ☐ PREEKLEMPSİ ☐

TROMBOFİLİ ☐ OLİGOHİDROAMNİOS ☐

POLİHİDROAMNİOS ☐

DİĞER ☐ (.....)

MATERNAL ANTİBİYOTİK KULLANIMI: VAR ☐ YOK ☐
(VAR İSE KULLANILAN ANTİBİYOTİK.....)

YATIŞ TANISI:

SOLUNUMSAL PATOLOJİLER		NÖROLOJİK PATOLOJİLER	
KARDİYAK PATOLOJİLER		GİS PATOLOJİLERİ	
ENFEKSİYON		HIPOGLİSEMI	
BESLENME İNTOLERANSI		METABOLİK HASTALIKLAR	
SENDROMİK PATOLOJİLER		POLİSİTEMİ	

KATETER BİLGİLERİ :

KATETER TİPİ: UAK ☐ UVK ☐ PYSK ☐

TAKILMA TARİHİ :

ÇIKARILMA TARİHİ :

KATETER TAKILI KALMA SÜRESİ (GÜN) :

KAN KÜLTÜRÜ ÜREME : VAR ☐ YOK ☐

(VAR İSE ÜREYEN MİKROORGANİZMA.....)

KATETER UCU ÜREME : VAR ☐ YOK ☐

(VAR İSE ÜREYEN MİKROORGANİZMA.....)

SOLUNUM DESTEĞİ : NIMV ☐

MV ☐

MV + NIMV ☐

KULLANILAN ANTİBİYOTİK : VAR ☐ YOK ☐

(VAR İSE KULLANILAN ANTİBİYOTİK.....)

ENTERAL BESLENME BAŞLANMA GÜNÜ :

KOMPLİKASYON GELİŞİMİ:

ENFEKSİYON ☐

FLEBIT ☐

ARITMI ☐

TROMBOZ ☐

DIĞER ☐ (.....)

HASTANEDE YATIŞ SÜRESİ :