

Sinir Sistemi Cerrahisi Dergisi

Journal of Nervous System Surgery

Cilt **11** | *Sayı* **1** | *Nisan* **2026**
Volume | *Issue* | *April*



Sinir Sistemi Cerrahisi Derneği tarafından yayımlanmaktadır.

Published by Nervous System Surgery Society.

www.sscdergisi.org

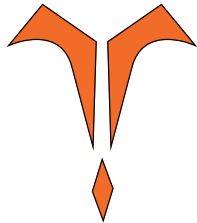
ISSN: 1306-4126

Sinir Sistemi Cerrahisi Dergisi

Journal of Nervous System Surgery

Cilt **11** | *Sayı* **1** | *Nisan* **2026**
Volume | *Issue* | *April*

ISSN: 1306-4126



Sinir Sistemi Cerrahisi Dergisi

Resmi kısaltma: Sinir Sistemi Cerrahisi Derg

ISSN (Baskı): 1308-531X

DOI Öneki: 10.54306

İmtiyaz Sahibi

Sinir Sistemi Cerrahisi Derneği adına
Doç. Dr. Musa Çırak (Başkan)

Yayın Türü

Uluslararası hakemli dergi

Yayın Sıklığı ve Dili

Yılda üç sayı (Nisan, Ağustos, Aralık), Türkçe ve İngilizce

Baş Editör

Prof. Dr. Altay Sencer
İstanbul Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye
altayser@gmail.com - <https://orcid.org/0000-0001-9925-5422>

Yayıncı

Sinir Sistemi Cerrahisi Derneği

Yayıncı Adresi

Abide-i Hürriyet Cad. No:149 A Kat:2 D:10 Şişli, İstanbul, Türkiye
Tel: +90212 230 47 55
E-posta: info@sinirsistemicerrahisi.com
Web: www.sinirsistemicerrahisi.com

Yayıncılık Hizmetleri

Akdema Bilişim ve Yayıncılık
Adres: Kızılay Mah. Gazi Mustafa Kemal Bulvarı No: 23/8 06420 Çankaya, Ankara, Türkiye
Sertifika No: 52576
E-posta: bilgi@akdema.com
Tel: +90 533 166 80 80
Web: www.akdema.com

Sinir Sistemi Cerrahisi Dergisi açık erişimli bir dergidir. Tüm makaleler, orijinal çalışmaya uygun şekilde atıf verildiği sürece herhangi bir ortam veya formatta sınırsız kullanım, dağıtım ve çoğaltmaya izin veren [Creative Commons Atıf Lisansı \(CC BY\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) şartları altında yayımlanır.

Tüm yayın politikalarına ve yazar rehberine www.sscdergisi.org adresinden ulaşabilirsiniz.

Journal of Nervous System Surgery

Official abbreviation: J Nervous Sys Surgery

ISSN (Print): 1306-4126

DOI Prefix: 10.54306

Owner

On behalf of Nervous System Surgery Society
Assoc. Prof. Musa Çırak (President)

Publication Type

International peer-reviewed journal

Publication Frequency and Language

Published three times a year (April, August, December), Turkish and English

Editor-in-Chief

Prof. Altay Sencer
Department of Neurosurgery, Faculty of Medicine, İstanbul University, İstanbul, Türkiye
altayser@gmail.com - <https://orcid.org/0000-0001-9925-5422>

Publisher

Nervous System Surgery Society

Publisher Address

Abide-i Hürriyet Cad. No:149 A Kat:2 D:10 Şişli, İstanbul, Türkiye
Phone: +90212 230 47 55
Email: info@sinirsistemicerrahisi.com
Web: www.sinirsistemicerrahisi.com

Publishing Services

Akdema Informatics and Publishing
Address: Kızılay Mah. Gazi Mustafa Kemal Bulvarı No: 23/8 06420 Çankaya, Ankara, Türkiye
Certificate number: 52576
Email: bilgi@akdema.com
Tel: +90 533 166 80 80
Web: www.akdema.com

Journal of Nervous System Surgery is an open access journal. All articles are published under the terms of the [Creative Commons Attribution License \(CC BY\)](#), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium or format, provided the original work is properly cited. Authors retain copyright of their published article.

You can reach all publication policies and author guidelines from www.sscdergisi.org.

Editör Kurulu / Editorial Board

Baş Editör / Editor-in-Chief

Prof. Dr. Altay Sencer

İstanbul Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

Department of Neurosurgery, Faculty of Medicine, İstanbul University, İstanbul, Türkiye

altayser@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-9925-5422>

Editörler / Editors

Prof. Dr. Aydın Aydoseli

İstanbul Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

Department of Neurosurgery, Faculty of Medicine, İstanbul University, İstanbul, Türkiye

aydinaydoseli@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-4695-8295>

Doç. Dr. Musa Çırak

Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Dr. Sadi Konuk Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Kliniği, İstanbul, Türkiye

Department of Neurosurgery, University of Health Sciences, Bakirkoy Dr. Sadi Konuk Training and Research Hospital, İstanbul, Türkiye

musacirak@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-0175-9655>

Doç. Dr. Burak Çabuk

Kocaeli Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Anabilim Dalı, Kocaeli, Türkiye

Department of Neurosurgery, Faculty of Medicine, Kocaeli University, Kocaeli, Türkiye

cabukburak@yahoo.com

<https://orcid.org/0000-0003-1198-3869>

Prof. Dr. Bekir Akgün

Fırat Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Anabilim Dalı, Elazığ, Türkiye

Department of Neurosurgery, Faculty of Medicine, Fırat University, Elazığ, Türkiye

bekirakgun@yahoo.com

<https://orcid.org/0000-0002-5173-2717>

Doç. Dr. Serdar Onur Aydın

Başakşehir Çam ve Sakura Şehir Hastanesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Kliniği, İstanbul, Türkiye

Department of Neurosurgery, Başakşehir Çam and Sakura City Hospital, İstanbul, Türkiye

dr.serdaraydin@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-0626-5224>

Doç. Dr. Emrah Egemen

Pamukkale Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Anabilim Dalı, Denizli, Türkiye
Department of Neurosurgery, Faculty of Medicine, Pamukkale University, Denizli, Türkiye
egemenemrah@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-4930-4577>

Doç. Dr. Bahattin Tanrikulu

Acıbadem Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Bölümü, İstanbul, Türkiye
Department of Neurosurgery, Faculty of Medicine, Acıbadem University, İstanbul, Türkiye
bahattintanrikulu@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-9096-8685>

Uzm. Dr. Duygu Baykal

Bursa Şehir Hastanesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Kliniği, Bursa, Türkiye
Department of Neurosurgery, Bursa City Hospital, Bursa, Türkiye
opdrduygubaykal@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-3185-3172>

Doç. Dr. Serhat Baydın

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Anabilim Dalı, Samsun, Türkiye
Department of Neurosurgery, Faculty of Medicine, Ondokuz Mayıs University, Samsun, Türkiye
drsserhatb@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-9041-7229>

Uzm. Dr. Çağhan Töngre

Ankara Etlik Şehir Hastanesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Kliniği, Ankara, Türkiye
Department of Neurosurgery, Ankara Etlik City Hospital, Ankara, Türkiye
caghantongre@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-9921-1750>

Prof. Dr. Nurperi Gaziöğlü

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Hipofiz Hastalıkları ve Tümörleri Uygulama ve Araştırma Merkezi, İstanbul, Türkiye
Pituitary Diseases and Tumors Research Center, İstanbul University-Cerrahpaşa, İstanbul, Türkiye
nurperi.gazioglu@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-7785-8628>

Doç. Dr. Ömer Özdemir

Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Gaziosmanpaşa Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Kliniği, İstanbul, Türkiye
Department of Neurosurgery, University of Health Sciences Gaziosmanpaşa Training and Research Hospital, İstanbul, Türkiye
dromerozdemir1982@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-3783-0203>

İçindekiler / Table of Contents

Araştırma Makaleleri / Research Articles

- Çocukluk çağı beyin kitlelerinde Gamma Knife Radyocerrahi'nin yeri: Tek merkezli retrospektif çalışma**
The role of Gamma Knife Radiosurgery in pediatric brain masses: A single-center retrospective study
Rasim Asar, Defne Şahinoğlu Berker 1
- Açık transforaminal lomber interbody füzyon cerrahisinde komplikasyonlar: Sistemik derleme ve meta-analiz**
Complications associated with open transforaminal lumbar interbody fusion: A systematic review and meta-analysis
Sanubar Nazarlı, Zeynep Sude Kalay, Doğan Güçlühan Güçlü 12
- Spontan intrakraniyal hipotansiyonda tedavi algoritması ve kantitatif radyolojik analiz: Tek merkezli dokuz hastalık vaka serisi**
Spontaneous intracranial hypotension: Single-center experience of nine cases and proposed management algorithm
Deniz Akpınar, Eren Andıç, İrem Yaren Uysal, Duygu Dölen Burak, Tuğrul Cem Ünal, Pulat Akın Sabancı, Yavuz Aras 21
- Ventriküler sistem patolojilerinde cerrahi girişim gerektiren olguların etiyolojik spektrumu ve klinik özellikleri: Tek merkezli retrospektif analizventriküler cerrahi serisi**
Etiological spectrum and clinical characteristics of cases requiring surgical intervention in ventricular system pathologies: A single-center retrospective analysis - Ventricular Surgery Series
Burcu Göker, Ömer Batu Hergünel, Aziz Hüseyin Baysa, Merve Nur Ağır 35

Olgu Sunumu / Case Report

- Kronik bel ağrısına neden olan şarapnel için erekör spina plan bloğu: Olgu sunumu ve literatür derlemesi**
Erector spinae plane block for chronic low back pain due to retained shrapnel: A case report and literature review
Duygu Dölen Burak, Cafer İkbâl Gülsever, Duran Şahin, Gökhan Özkan, Aydın Aydoseli 41

Çocukluk çağı beyin kitlelerinde Gamma Knife Radyocerrahi'nin yeri: Tek merkezli retrospektif çalışma

The role of Gamma Knife Radiosurgery in pediatric brain masses: A single-center retrospective study

Rasim Asar¹, Defne Şahinoğlu Berker²

¹Department of Neurosurgery, Faculty of Medicine, Pamukkale University, Denizli, Türkiye

²Neurosurgery Clinic, Hatay Training and Research Hospital, Hatay, Türkiye

Öz

Amaç: Bu çalışmanın amacı, Gamma Knife radyocerrahisinin (GKRC) pediatrik intrakraniyal neoplastik lezyonların tedavisindeki etkinliğini ve güvenliğini değerlendirmektir.

Yöntem: 2015–2025 yılları arasında Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Nöroşirurji Anabilim Dalı'nda Gamma Knife radyocerrahisi uygulanan 25 pediatrik hasta retrospektif olarak incelenmiştir. Takip süresi 6 aydan kısa olan, erken dönemde eksitus olan veya düzenli takibi yapılamayan olgular dışlanmış ve nihai analiz 14 hasta üzerinden gerçekleştirilmiştir. Hastaların demografik verileri, patolojik tanuları, lezyon yerleşimleri, uygulanan dozlar ve takip süreleri değerlendirilmiştir.

Bulgular: Çalışmaya dahil edilen 14 hastanın yaş ortalaması $12,4 \pm 3,4$ yıl olup, %64,3'ü kız, %35,7'si erkektir. Uygulanan radyasyon dozları 6–20 Gy (ortalama: $13,2 \pm 4,4$ Gy) arasında olup, ortalama takip süresi ise $41,6 \pm 36,1$ ay olarak hesaplanmıştır. Patolojik olarak en sık görülen lezyonlar gliyal tümörlerdir. Genel tedavi yanıtları incelendiğinde, 6 hastada (%42,8) lezyon boyutlarında küçülme, 3 hastada (%21,4) lezyonun tamamen kaybolduğu, 3 hastada (%21,4) stabil seyir ve 2 hastada (%14,4) lezyon boyutlarında artış gözlenmiştir.

Sonuçlar: Bu bulgular, Gamma Knife radyocerrahisinin cerrahiye uygun olmayan, derin yerleşimli veya rekürren intrakraniyal lezyonlarda pediatrik hasta grubunda etkili ve güvenli bir tedavi seçeneği olabileceğini düşündürmektedir. Ancak örneklem sayısının sınırlı olması ve hasta grubunun heterojen yapısı nedeniyle sonuçların dikkatli yorumlanması gerekmektedir. Daha geniş ve homojen serilerle yapılacak çalışmalar, yöntemin etkinliğini daha net ortaya koyacaktır.

Anahtar Kelimeler: pediatrik beyin tümörleri, stereotaktik radyocerrahi, pediatrik nöroonkoloji

✉ Rasim Asar • rasimasar93@gmail.com

Geliş tarihi / Received: 23.01.2026 **Kabul tarihi / Accepted:** 27.03.2026 **Yayın tarihi / Published:** 30.04.2026

Telif hakkı © 2026 Yazar(lar). Sinir Sistemi Cerrahisi Derneği tarafından yayımlandı. Açık erişimli bu makale, orijinal çalışmaya uygun şekilde atıfta bulunulması koşuluyla, herhangi bir ortamda veya formatta sınırsız kullanım, dağıtım ve çoğaltmaya izin veren [Creative Commons Atıf Lisansı \(CC BY\)](#) ile dağıtılmıştır.

Copyright © 2026 The Author(s). Published by Nervous System Surgery Society. This is an open access article distributed under the [Creative Commons Attribution License \(CC BY\)](#), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium or format, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT

Objective: The aim of this study was to evaluate the efficacy and safety of Gamma Knife radiosurgery (GKRS) in the treatment of pediatric intracranial neoplastic lesions.

Materials and Methods: A retrospective review was performed of 25 pediatric patients who underwent Gamma Knife radiosurgery at the Department of Neurosurgery, Pamukkale University Faculty of Medicine, between 2015 and 2025. Patients with a follow-up period shorter than 6 months, early mortality, or insufficient/irregular follow-up were excluded, and the final analysis was conducted on 14 patients. Demographic data, pathological diagnoses, lesion locations, prescribed doses, and follow-up durations were evaluated.

Results: The mean age of the 14 included patients was 12.4 ± 3.4 years; 64.3% were female and 35.7% were male. Prescribed radiation doses ranged from 6 to 20 Gy (mean: 13.2 ± 4.4 Gy), and the mean follow-up duration was 41.6 ± 36.1 months. Glioma-related tumors were the most common pathological lesions. Overall treatment responses showed lesion shrinkage in 6 patients (42.8%), complete disappearance in 3 patients (21.4%), stable disease in 3 patients (21.4%), and lesion progression in 2 patients (14.4%).

Conclusion: The findings suggest that Gamma Knife radiosurgery is a safe and effective option for pediatric patients with intracranial lesions that are not amenable to surgery, are deeply located, or are recurrent. With appropriate patient selection, GKRS provides favorable tumor control with low complication rates. Further large-scale, prospective studies are warranted to better define the role of GKRS in pediatric neuro-oncology.

Keywords: pediatric brain tumors, stereotactic radiosurgery, pediatric neuro-oncology

Giriş

Beyin kitleleri, çocukluk çağında en sık görülen solid tümörler olup insidansı 1,15–5,14/100.000 arasında değişmektedir.¹⁻⁴ Bu tümörler, çocukluk çağında en sık 4. ölüm sebebidir ve tedavide genellikle mikrocerrahi, kemoterapi ve radyoterapiyi içeren multidisipliner bir yaklaşım benimsenmektedir. Bu yöntemlerin her biri gelişmekte olan çocuk organizmasında belirli yan etki riskleri taşımaktadır.^{3,5} Ancak cerrahiye uygun olmayan, derin yerleşimli ya da çok sayıda lezyon içeren olgularda biyopsi sonrası veya tam eksizyonun sağlanamadığı durumlarda Gamma Knife radyocerrahi (GKRC), tedavi algoritmalarına entegre edilmektedir.⁶⁻⁹

GKRC, intrakraniyal lezyonların tedavisinde kullanılan stereotaktik bir radyoterapi yöntemidir. Üç boyutlu lokalizasyon sistemleri sayesinde yalnızca hedef dokuya yüksek doz gamma ışını uygulanmasına olanak tanıyarak çevre sağlıklı dokuların korunmasına yardımcı olur ve konvansiyonel radyoterapiye kıyasla

radyasyona bağlı radyotoksisite riski azdır.^{4,10-12} Pediyatrik hastalarda Gamma Knife uygulaması, yaşa bağlı anatomik ve fizyolojik farklılıklar nedeniyle daha dikkatli planlama gerektirir. Özellikle 2 yaş altındaki çocuklarda stereotaktik çerçevenin sabitlenmesi güçleşirken, 3 yaş altı olgularda gelişmekte olan beyin dokusunun radyasyona duyarlılığı da ek özen gerektirir. Ayrıca bazı çocuklarda işlem sırasında anestezi ihtiyacı doğabilmektedir. Tüm bu nedenlerle GKRC, çocuk hastalarda erişkinlere kıyasla daha dikkatli ve multidisipliner bir yaklaşımla uygulanmalıdır. Bu çalışmada, çocuk hastalarda Gamma Knife radyocerrahisi ile tedavi edilen neoplastik intrakraniyal lezyonların klinik özellikleri retrospektif olarak değerlendirilmiştir.

Gereç Yöntem

Bu çalışmaya, Pamukkale Üniversitesi Tıbbi Araştırmalar Etik Kurulu'nun izni doğrultusunda başlanmıştır (Sayı: E-60116787-020-776633). Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Nöroşirurji



Şekil 1. Genel anestezi altına GKRC uygulanan 3 yaş çocuğun görüntüsü

Anabilim Dalı'nda, 2015–2025 yılları arasında beyin tümörü tanısıyla Gamma Knife radyocerrahisi uygulanan 18 yaş altı toplam 25 hastanın tıbbi kayıtları retrospektif olarak incelenmiştir.

Çalışmaya dahil edilme kriteri olarak, işlem sonrası en az 6 aylık klinik ve radyolojik takip verisine sahip olma şartı aranmıştır. Bu kapsamda, takip süresi 6 aydan kısa olan bir hasta, işlem sonrası 6 aylık süre içinde vefat eden üç hasta ve teknik nedenlerle düzenli takibi yapılamayan yedi hasta çalışma dışı bırakılmıştır. Nihai analiz, bu kriterleri karşılayan 14 hasta üzerinden gerçekleştirilmiştir. Birden fazla Gamma Knife uygulaması yapılan hastalarda ise ilk tedaviden itibaren klinik ve radyolojik takip verileri analiz kapsamına alınmıştır.

Bu çalışma tanımlayıcı (deskriptif) nitelikte olup, istatistiksel analizler ağırlıklı olarak tanımlayıcı istatistikler (ortalama, standart sapma, minimum–maksimum değerler ve yüzdeler) kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Tüm hastalardan bilgilendirilmiş onam formu alınmıştır. Hastaların demografik özellikleri (yaş ve cinsiyet), patolojik tanıları, radyolojik görüntülemeleri ve uygulanan radyocerrahi dozları detaylı olarak incelenmiştir.

İşlem öncesinde, hastalara kontrast madde verilerek T1 ağırlıklı, ince kesitli manyetik rezonans görüntüleme (MRG) gerçekleştirildi. Ardından, hastanın yaşına uygun anestezi protokolü (1 genel anestezi, 1 sedasyon, 12 lokal anestezi) eşliğinde stereotaktik çerçeve kafatasına sabitlendi ve gerekli ölçümler yapıldı (Şekil 1). Bu işlemi takiben bilgisayarlı Beyin tomografisi (BBT) çekildi. Elde edilen MRG ve BBT verileri bilgisayar ortamında birleştirilerek, tedavi planlama yazılımı aracılığıyla lezyona özgü radyasyon dozu belirlenerek uygun tedavi planı oluşturuldu (Leksell Gamma Knife® Perfexion™, Elekta). GKRC uygulamasının tamamlanmasının ardından çerçeve çıkarıldı ve hastalar yaklaşık 1 saat klinik gözlem altında tutuldu. Herhangi bir komplikasyon ya da ek semptom gelişmeyen olgular, aynı gün taburcu edildi.

Hacmi büyük ve kritik anatomik yapılara komşu lezyonlarda, radyasyon güvenliğini artırmak amacıyla hacimsel evreleme (volume staging) yaklaşımı tercih edilmiştir. Bu yöntemde hedef hacim alt bölümlere ayrılarak farklı seanslarda tedavi uygulanmış ve her seans stereotaktik çerçeve ile yeniden planlanarak gerçekleştirilmiştir.

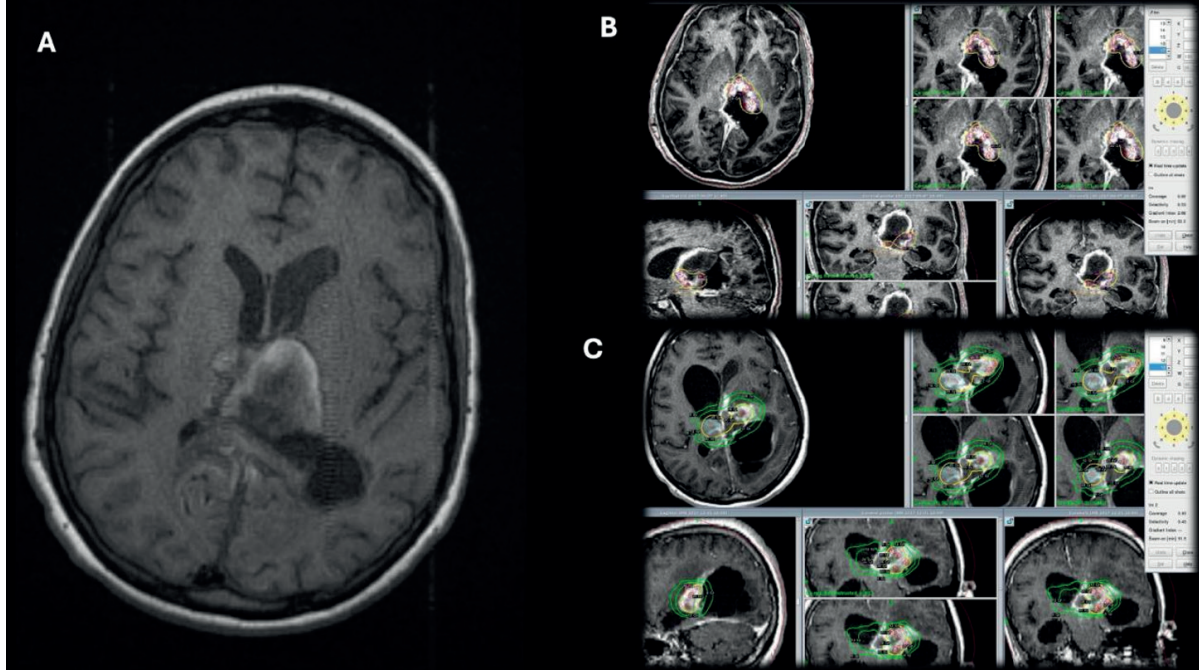
Bulgular

Bu çalışmaya dahil edilen toplam 14 hastanın 9'u kız (%64,3), 5'i ise erkek (%35,7) idi. Hastaların yaş ortalaması $12,4 \pm 3,4$ yıl (6–17 yıl) olarak belirlendi. Uygulanan dozlar 6 – 20 Gy ($13,2 \pm 4,4$ Gy) olarak hesaplandı. Ortalama takip süresi ise $41,6 \pm 36,1$ ay (7 – 96 ay) idi.

Patolojik tanılara göre değerlendirildiğinde en sık karşılaşılan tümör grubu gliyal tümörler olup, dört hastada saptanmıştır. Bu hastaların

ilki 15 yaşındaki kız hasta patoloji sonucu DSÖ derece 3 gliyal kitle olarak raporlanmıştır. Cerrahi sonrası dönemde rezidü kitlesine yönelik lezyon

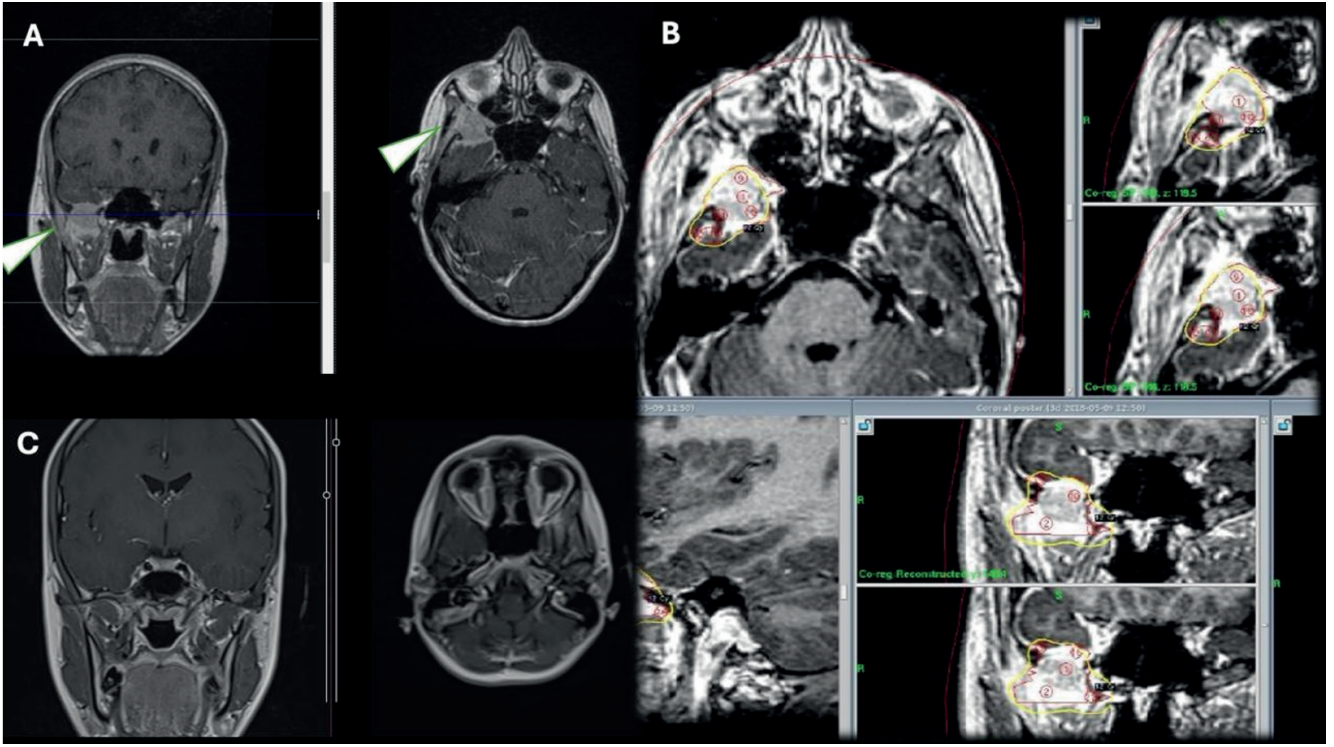
için Karnofsky skoru düşük olması nedeniyle radyoterapi (RT) uygun görülmedi ve hastaya GKRC yapıldı. 5. ay kontrol görüntülemesinde



Şekil 2. Talamik kitle nedeniyle ameliyat edilen 15 yaşında kız hastanın ameliyat sonrası erken MR görüntüsü (A). Karnofsky skoru düşüklüğü nedeniyle radyoterapiye uygun görünmeyen hastaya GKRC uygulandı (B). 7. ayında progresyon gözlenmesi nedeniyle palyatif 2. Seans GKRC uygulandı (C)

Tablo 1. Gamma Knife Radyocerrahi uygulanan hastaların özellikleri

Cinsiyet	Yaş	Patoloji	Yerleşim	Marjinal Doz (Gy)	Takip Süresi (Ay)	Tümör Kontrolü
K	15	Gliyal	Talamus	14	7	Progresyon nedeniyle eksitus
K	15	Gliyal	Talamus	20, 20	8	Progresyon nedeniyle eksitus
K	17	Gliyal	Beyin Sapı	20,12,6,6,6	96	Lezyon boyutlarında küçülme
E	11	Gliyal	Tektal	12	96	Stabil lezyon
K	11	Hamartom	Hipotalamus	12	16	Lezyon boyutlarında küçülme
K	14	Hemanjiyoblastom	4.ventrikül	15	42	Lezyon boyutlarında küçülme
K	13	Koroid Pleksus Papillomu	Lateral Ventrikül	12	96	Lezyon boyutlarında küçülme
E	7	Kraniofarengiom	Sellar	14	12	Lezyon kayboldu
E	6	Kraniofarengiom	Sellar	10,14	37	Lezyon kayboldu
E	13	Medulloblastom	Beyin Sapı	12	18	Lezyon boyutlarında küçülme
E	14	Meningiom	Kavernöz Sinüs	12	11	Stabil lezyon
K	8	Meningiom	Kavernöz Sinüs	14	12	Lezyon boyutlarında küçülme
K	17	Meningiom	Orta fossa	12	48	Lezyon kayboldu
K	13	Rabdomyosarkom	Orbita	20	84	Stabil lezyon

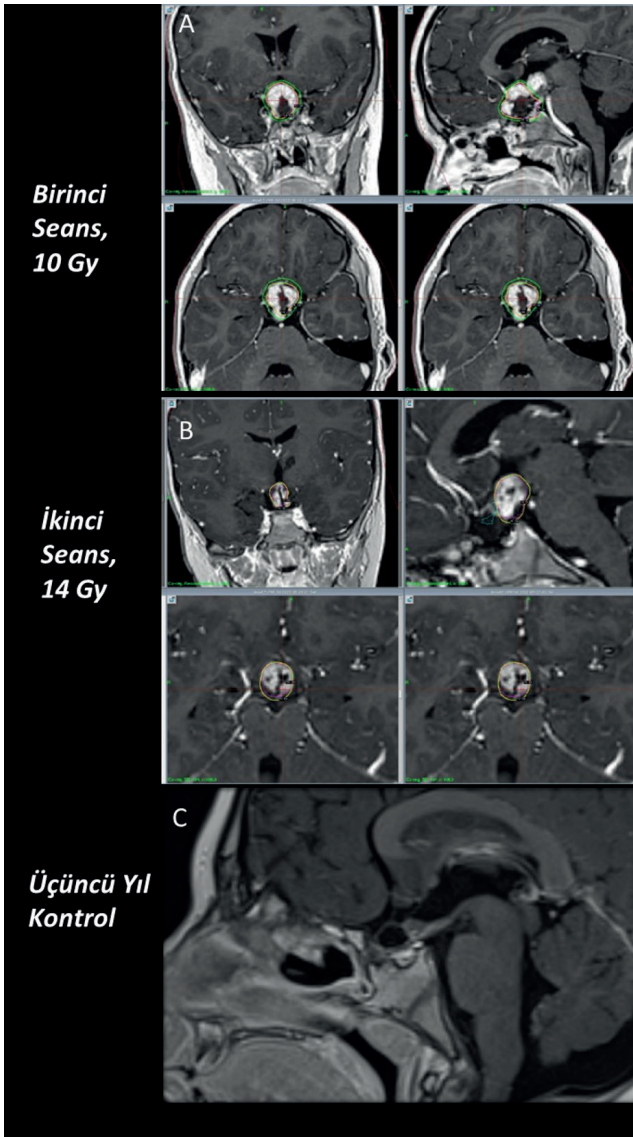


Şekil 3. 17 yaşında sağ orta çukur yerleşimli meningiom hastasının MR görüntüleri (A), GKRC planlaması (B), 48. ayında tamamen kaybolduğunu gösteren MR görüntüleri (C)

lezyon boyutlarında artış olması ve Karnofsky skoru düzelen hastaya RT yapıldı. Hasta RT'den 2 ay sonra vefat etti. İkinci hasta 15 yaş kız hasta olup patolojisi yüksek dereceli gliyal kitle olarak sonuçlanmış. Karnofsky skoru düşük olduğu için hastaya RT yapılamadı ve GKRC planlandı. 7. ay kontrol görüntülemesinde progresyon izlenen hastanın Karnofsky skor düşüklüğü olması nedeniyle RT planlanmadı ve tekrar GKRC uygulandı. Hasta ilk GKRC tedavisinin 8. ayında vefat etti (Şekil 2). Diğer iki olgudan biri olan 17 yaşındaki kız hastada beyin sapı yerleşimli pilositik astrositoma (DSÖ Derece 1) yönelik hacim bölünerek 18 aylık süreçte 5 farklı seansta ve her tedavide stereotaktik çerçeve yeniden uygulanarak GKRC gerçekleştirildi. 96 ay sonunda lezyonda küçülme izlendi. Bu olguda lezyonun hacmi ve beyin sapı yerleşimi nedeniyle kritik nörovasküler yapılar yakınlığı göz önünde bulundurularak hacimsel evreleme uygulanmış, hedef hacim alt bölümlere ayrılarak farklı marjinal dozlar her bir

alt hacme ayrı ayrı planlanmış ve belirli zaman aralıklarıyla uygulanmıştır. 11 yaşındaki erkek hastada ise tektal yerleşimli Diffüz Astroitomun (DSÖ Derece 2) tedavi sonrasındaki 96 aylık takibinde stabil seyrettiği görüldü. Patolojilere göre marjinal doz, takip süreleri ve sonuçlar Tablo 1'de özetlenmiştir.

Meningiom saptanan üç hastanın ilki 14 yaşında Nörofibromatozis Tip 2 (NF – 2) tanısı olan erkek hastanın kavernöz sinüs yerleşimli kitlesine GKRC uygulanmış olup 11 aylık takibinde lezyon stabil kalmıştır. İkinci hasta olan 8 yaşında kız hastanın kavernöz sinüs yerleşimli cerrahi sonrası rezidü olan kitlesine (Psammomatöz meningiom (DSÖ Derece 1)) yönelik GKRC uygulandı ve 12 aylık takipte lezyonun küçüldüğü gözlenmiştir. Üçüncü hasta olan 17 yaşındaki kız hastanın orta fossa anterior kesiminde yerleşen meningioma 12 Gy dozunda tedavi uygulandı (Şekil 3). 48 aylık takipte lezyon izlenmedi.



Şekil 4. 7 yaşında 2 kez transsfenoidal yolla cerrahi yapıldıktan sonra kalan rezidüye yönelik hacim bölünerek 2 seans uygulanan GKRC tedavi planları ve üçüncü yıl kontrolü

Kraniofarengiom tanılı iki erkek hastadan ilki 7 yaşında olup cerrahi patolojisi adamantinamatöz kraniofarengiom olarak sonuçlanmıştır. Önce transkranial, 4 ay sonra transsfenoidal yolla cerrahi yapılan hastaya ilk ameliyatının 6. ayında rezidü kitle nedeniyle GKRC uygulandı. 9. ayında kitlenin kistik komponenti için cerrahi yapılan hastanın 12 aylık takibi sonucunda kitlenin kaybolduğu görüldü. Diğer hasta ise 6 yaşında

olup transsfenoidal yolla 2 kez ameliyat edilmiş ve rezidü kitlesine yönelik hacim bölünerek 2 seans GKRC yapıldı (Şekil 4). 37 aylık takipte kitlenin kaybolduğu tespit edilmiştir.

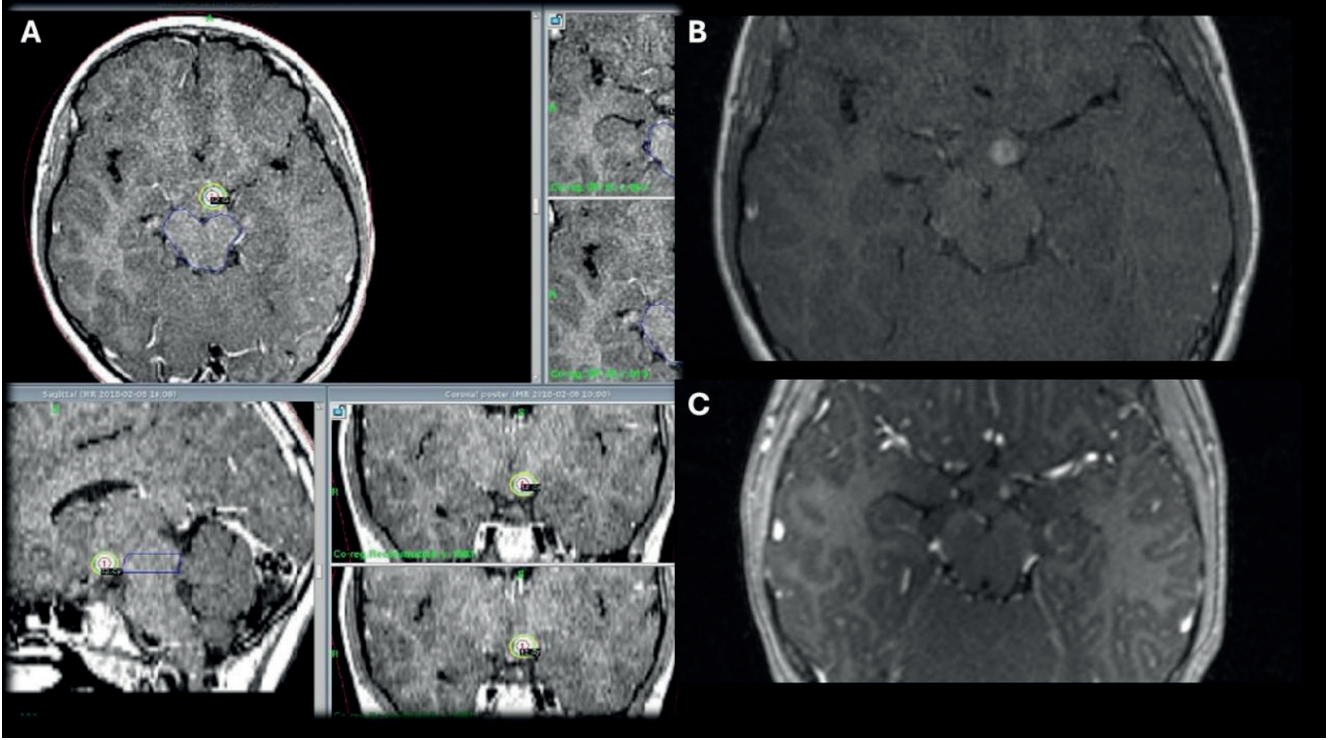
8 yaşında iken cerrahi tedavi yapılan ve patolojisi medulloblastom klasik tip derece 4 olarak raporlanan erkek hastaya cerrahi sonrasında RT uygulanmış, 5 yıl sonraki kontrollerinde nüks olması nedeniyle nodüler lezyonlarına yönelik GKRC planlanmıştır. 18 aylık izlemde lezyon boyutlarında belirgin küçülme izlenmiştir. Bu hasta tedavinin 2. yılında pnömoni nedeniyle vefat etmiştir.

11 yaşındaki bir kız hastada hipotalamik hamartom 16 aylık takipte küçülme göstermiştir. İşlem öncesinde günde 20 defa jelastik tipte nöbeti olan hastanın takiplerinde nöbet sayısının 8'e düştüğü görülmüştür (Şekil 5). Von Hippel Lindau sendromu tanısı olan 14 yaşındaki kız hastanın 4.ventrikül çıkışında yerleşmiş hemanjiyoblastomu nedeniyle GKRC yapılmış olup 42 aylık takibinde tümör boyutlarında küçülme gözlenmiştir (Şekil 6). Lateral ventrikül yerleşimli koroid pleksus papillomu olan 13 yaş kız hastada 96 aylık takipte lezyon boyutlarında anlamlı küçülme kaydedilmiştir. Orbita yerleşimli rabdomyosarkom tanısı alan 13 yaşındaki kız hastada ise 84 ay süren takipler boyunca lezyonun stabil kaldığı görülmüştür.

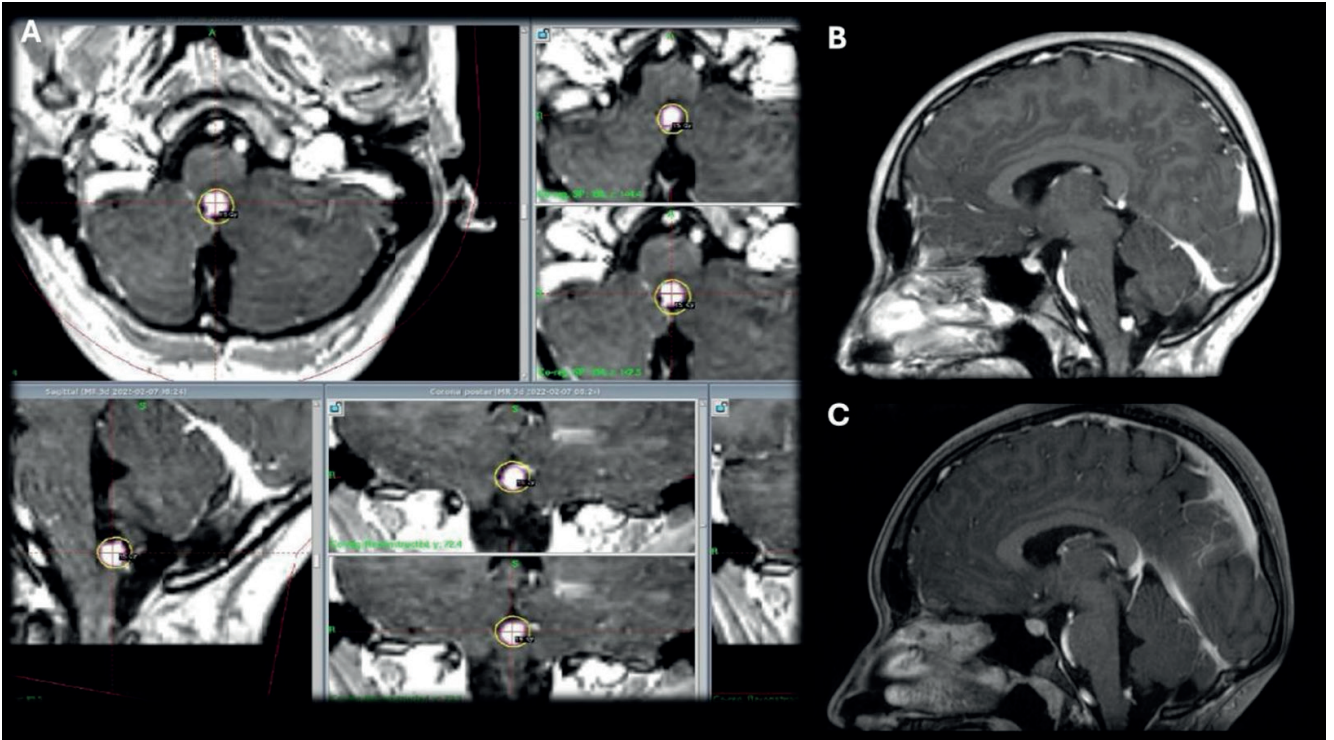
Bu çalışmaya dahil edilen 14 hastanın tedavi yanıtları değerlendirildiğinde, 6 hastada (%42,8) lezyon boyutlarında küçülme, 3 hastada (%21,4) lezyonun tamamen kaybolduğu, 3 hastada (%21,4) stabil seyir ve 2 hastada (%14,4) lezyon boyutlarında artış gözlenmiştir.

Tartışma

GKRC, pediyatrik beyin tümörlerinin ve vasküler malformasyonların tedavisinde giderek artan şekilde tercih edilen, hedefe yönelik



Şekil 5. 11 yaşında Hipotalamik hamartoma yönelik GKRC tedavi uygulaması (A), işlem öncesi (B) ve 16. ay kontrolü (C)



Şekil 6. 14 yaşında Hemanjiyoblastom tanılı kız hasta. GKRC tedavi planlaması (A), işlem öncesi (B) ve sonrası (C) MR görüntülemeleri

bir radyocerrahi yöntemdir. Arteriyovenöz malformasyonlar (AVM), kavernom, metastaz, kraniofarengiom, schwannom, meningiom, hipofiz adenomları, ependimom, astrositom, gliyal tümörler, medulloblastom, hipotalamik hamartom, koroid pleksus papillomu, atipik teratoid / rabdoid tümör (AT/RT) gibi lezyonların tedavisinde tercih edilmektedir.^{4-7,9,13-24} Uygulanan dozlar genellikle 10 –16 Gy aralığında yoğunlaşmakta olup, lezyonun histolojik alt tipi, hacmi ve anatomik yerleşimi doz belirlemede belirleyici olmaktadır.^{13,23}

Pediyatrik stereotaktik radyocerrahi (SRC) uygulamaları üzerine yapılan ilk kapsamlı metaanaliz en az beş pediyatrik olguya ait sonuç bildiren çalışmaları kapsayan bir sistematik derlemedir. Yaklaşık 400 beyin tümörü vakasında SRC'nin etkinliği değerlendirilmiştir. Bulgulara göre, lokal kontrol oranları iyi huylu tümörlerde (kraniyofarenjiyom ve pilositik astrositom) %89, kötü huylu tümörlerde (medulloblastom, ependimom ve yüksek dereceli gliyom) %71 olarak rapor edilmiştir. Çalışmada, SRC'nin çocukluk çağında tümör kontrolü açısından tatmin edici sonuçlar sunduğu belirtilmiş; bununla birlikte hasta veya tümöre ait özelliklerle tedavi başarısı arasında anlamlı bir ilişki saptanmamıştır.¹³

Gliyal Kitleler

Düşük dereceli gliyomlar, hipotalamik gliyomlar ve juvenil pilositik astrositomlar gibi iyi huylu pediyatrik beyin tümörlerinde GKRC, cerrahiye alternatif olarak etkili tümör kontrolü ve düşük morbidite oranlarıyla dikkat çekmektedir. Farklı olgu ve hasta serilerinde uygulanan marjinal dozlar genellikle 12-16 Gy aralığında olup, hem kısa vadede hızlı tümör regresyonu hem de uzun vadede progresyonsuz sağkalım sağlamıştır.^{7,13,17,20,21} 24 hastayı içeren çalışmada ortanca tümör hacmi 2,4 cm³ olan ve cerrahi olarak çıkarılamayan ya da nüks eden gliyomlarda GKRC sonrası %71 oranında tümör hacminde küçülme, %21 oranında ise tam gerileme gözlenmiş; 144 aylık uzun dönem

takipte progresyonsuz sağkalım oranı %83 olarak bildirilmiştir. Ayrıca, tümör progresyonunun yalnızca büyük hacimli lezyonlarla anlamlı ilişki göstermesi, GKRC'nin özellikle küçük hacimli lezyonlarda etkili olduğunu desteklemektedir.²¹ Ortalama 2,92 cm³ tümör hacmine sahip diğer düşük dereceli gliyal kitlelerde uygulanan 13,47 Gy ortalama doz ile genel lokal kontrol oranı %89'a ulaşırken, yüksek dereceli gliyal kitlelerde (3,05 cm³ hacim, 17,23 Gy ortalama doz) bu oran %71'de kalmıştır.¹³ Başka bir çalışmada ise 12 düşük dereceli gliyom olgusuna ortalama 15,2 Gy uygulanmış 2 hastada progresyon izlenmiş, 12 yüksek dereceli gliyomda ise ortalama doz 18,8 Gy, takiplerinde 6 hastada progresyon görülmüştür.²³

Meningiom

Pediyatrik meningiom ve schwannom olgularında GKRC ve yüksek lokal kontrol oranları ve kabul edilebilir güvenlik profili ile dikkat çekmektedir. Samancı ve ark. çalışmasında, ortalama yaşı 14,4 olan 57 çocukta uygulanan GKRC sonrası, 78 intrakraniyal tümörün %85,9'unda stabilite veya regresyon sağlanmıştır.¹⁵ Ortalama yaşı 15,4 olan 26 pediyatrik hastaya ait 40 schwannom ve meningiom vakası değerlendirildiği çalışmada ortalama 12,8 Gy doz ile tedavi edilen tümörlerin tamamında 51 aylık takipte ya stabilite ya da boyut azalması gözlenmiştir. NF2 ile ilişkili olmayan olgularda tümör gerileme oranı %100 iken, NF2 ilişkili olgularda bu oran %68,9 olup aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.⁹ Ortalama hacmi 2,6 cm³ olan 20 meningiomu içeren çalışmada ortalama 12,55 Gy marjinal doz uygulanmış ve 6 tümörde küçülme, 14'ünde stabilite izlenmiştir. Bu çalışmalar, çocukluk çağı meningiom ve schwannomlarda GKRC/SRV'nin özellikle cerrahiye uygun olmayan veya rekürren vakalarda yüksek etkinlik ve düşük komplikasyon riskiyle güçlü bir tedavi seçeneği sunduğunu ortaya koymaktadır.^{5,9,15}

Kraniofarengiom

Eder ve ark.'nın çalışmasında, yaşları 7–15 arasında değişen 7 hastada ortalama 3,7 cm³ tümör hacmine, ortalama 10,4 Gy (8–12 Gy) marjinal doz uygulanmış; ortalama 33 aylık takipte 4 hastada belirgin küçülme gözlenmiş, 2 hastada klinik iyileşme sağlanmış ve hiçbir hastada endokrin ya da görsel kayıp izlenmemiştir.²³ Murphy'nin analizine göre, altı çalışmanın meta-verilerine dayanarak kraniofarengiom hastalarında ortalama tümör hacmi 2,12 cm³ (0,65–3,7 cm³), ortalama SRC dozu 13,13 Gy (10,4–14,4 Gy) olup; hastaların %80,5'i daha önce cerrahi geçirmiş, %7,93'ü ise radyoterapi almıştır. Ortalama takip süresi 40,94 ay olup, lokal kontrol oranı %89 olarak bildirilmiştir.¹³ Ayrıca, 82 hastalık başka bir çalışmada GKRC ile konvansiyonel radyoterapi karşılaştırıldığında, her iki grupta benzer sağkalım ve lokal kontrol oranları elde edilmiş, ancak GKRC'nin bilişsel gerileme ve endokrin işlev bozukluğu açısından daha avantajlı olduğu belirlenmiştir.²⁵ Bu bulgular, GKRC'nin pediyatrik kraniofarengiomlarda güvenli, etkili ve yaşam kalitesini koruyucu bir tedavi seçeneği olduğunu ortaya koymaktadır.

Medulloblastom

GKRC'nin rolünü değerlendiren literatür son derece sınırlı olmakla birlikte, mevcut veriler bu yaklaşımın nüks veya metastatik hastalıkta potansiyel bir tedavi seçeneği olabileceğini göstermektedir. Waugh ve ark., metastatik nüks medulloblastomalı üç pediyatrik hastada GKRC uygulamış; 20–25 Gy dozlarında ve tek seansta gerçekleştirilen tedavide yan etki bildirilmemiştir. Tüm hastalarda uzun süreli progresyonsuz sağkalım sağlanmıştır.¹⁸ Murphy'nin meta-analizinde ise yalnızca iki çalışmada pediyatrik medulloblastom verisi bulunduğu, toplamda 11 pediyatrik hasta yer aldığı ve ortalama uygulanan

GKRC dozunun 14,5 Gy olduğu belirtilmiştir. Ortalama lokal kontrol oranı %73 olarak hesaplanmış, ancak lokal kontrol süreleri ve takip süreleri tutarlı biçimde bildirilememiştir.¹³

Hipotalamik Hamartom

Tripathi ve ark. çok merkezli retrospektif bir çalışmada, ortalama yaşı 16 olan 39 hastada hipotalamik hamartom nedeniyle GKRC sonrası elde edilen klinik, endokrinolojik ve radyolojik sonuçlar değerlendirilmiştir. Uygulanan doz ortalama 16 Gy olarak bildirilmiştir. Tedavi sonrası %28'inde lezyon hacminde azalma gözlenirken, %55,2'sinde Engel I/II düzeyinde anlamlı nöbet kontrolü sağlanmıştır. Bu bulgular, GKRC'nin özellikle küçük hipotalamik hamartomlarda etkili nöbet kontrolü sağladığını ve düşük yan etki profili ile güvenli bir tedavi alternatifi sunduğunu göstermektedir.¹⁴ 3 pediyatrik hipotalamik hamartom hastasının yer aldığı başka çalışmada hastalara marjinal 12 Gy doz uygulanmış ve ortalama 42 aylık takipte, nöbet sıklığı ve şiddetinde belirgin azalma gözlenmiştir. Lezyon boyutlarında değişiklik izlenmemiştir.²³

Hemanjiyoblastom

Literatür bilgisi oldukça sınırlı olmakla birlikte Eder ve ark. çalışmasında 2,9 cm³ hacmindeki lezyona 12 Gy marjinal doz uygulanmış, 48 aylık takipte tümör hacminde belirgin azalma sağlanmış ve tedaviye bağlı herhangi bir komplikasyon bildirilmemiştir.²³

Koroid Pleksus Papillomu

Eder ve ark. çalışmalarında koroid pleksus papillomu (KPP) olan bir hastaya 12 Gy marjinal doz ile GKRC uygulamıştır. 33 aylık takipte hacminde azalma izlenmiş ve radyasyona bağlı komplikasyon rapor edilmemiştir.²³ Bu bulgular, GKRC'nin KPP gibi nadir görülen pediyatrik

intrakraniyal tümörlerde de etkili bir lokal kontrol sağlayabileceğini göstermektedir.

Bu çalışmanın bazı kısıtlılıkları bulunmaktadır. Öncelikle örneklem sayısının düşük olması ve tümör tiplerinin heterojen dağılım göstermesi, elde edilen sonuçların genellenebilirliğini sınırlamaktadır. Ayrıca başlangıçta değerlendirilen hasta sayısının bir kısmının takip yetersizliği veya erken dönem kayıp nedeniyle analiz dışı bırakılması, çalışma grubunun küçülmesine neden olmuştur. Çalışmanın retrospektif ve tek merkezli tasarımı ile istatistiksel analizlerin tanımlayıcı düzeyde kalması da diğer önemli sınırlılıklar arasındadır. Bu nedenle elde edilen bulguların daha geniş, homojen hasta gruplarında ve prospektif çalışmalarla desteklenmesi gerekmektedir.

Sonuç

Bu çalışma, Gamma Knife radyocerrahisinin pediatrik intrakraniyal neoplastik lezyonların tedavisinde, özellikle cerrahiye uygun olmayan veya derin yerleşimli olgularda, güvenli ve etkili bir seçenek olabileceğini düşündürmektedir. Ancak örneklem sayısının sınırlı ve hasta grubunun heterojen olması nedeniyle bu bulguların dikkatli yorumlanması gerekmektedir. Daha geniş örneklemli ve prospektif çalışmalar, yöntemin etkinliği ve uzun dönem sonuçlarını daha net ortaya koyacaktır.

Etik kurul onayı

Bu çalışmaya, Pamukkale Üniversitesi Tıbbi Araştırmalar Etik Kurulu'nun izni doğrultusunda başlanmıştır (04.11.2025 tarih ve 20 sayılı kurul kararı. Sayı: E-60116787-020-776633)

Yazarlık katkısı

Çalışma konsepti ve tasarımı: RA, DŞ; veri toplama: RA, DŞ; sonuçların analizi ve yorumlanması: RA, DŞ; makaleyi hazırlama: RA, DŞ. Yazar(lar)

sonuçları gözden geçirmiş ve makalenin son halini onaylamıştır.

Finansman

Yazar(lar), çalışmanın herhangi bir finansal destek almadığını beyan etmiştir.

Çıkar çatışması

Yazar(lar) herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmiştir.

Ethical approval

This study has been approved by the Pamukkale University Non-Interventional Clinical Research Ethics Committee (approval date: 04.11.2025, number: E-60116787-020-776633). Written informed consent was obtained from the participants.

Author contribution

Study conception and design: RA, DŞ; data collection: RA, DŞ; analysis and interpretation of results: RA, DŞ; draft manuscript preparation: RA, DŞ. The author(s) reviewed the results and approved the final version of the article.

Source of funding

The authors declare the study received no funding.

Conflict of interest

The authors declare that there is no conflict of interest.

Kaynakça

1. Johnson KJ, Cullen J, Barnholtz-Sloan JS, et al. Childhood brain tumor epidemiology: a brain tumor epidemiology consortium review. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2014; 23: 2716-2736. [\[Crossref\]](#)

2. Fleming AJ, Chi SN. Brain tumors in children. *Curr Probl Pediatr Adolesc Health Care* 2012; 42: 80-103. [\[Crossref\]](#)
3. Robertson PL. Advances in treatment of pediatric brain tumors. *NeuroRx* 2006; 3: 276-291. [\[Crossref\]](#)
4. Börcek AÖ. Pediyatrik beyin tümörlerinde gamma knife. *Güven Med Health Sci.* 2024;1:35-38.
5. Mishra H, Pahwa B, Agrawal D, M Ch MS, M Ch SSK. Gamma knife radiosurgery as an efficacious treatment for paediatric central nervous system tumours: a retrospective study of 61 neoplasms. *Childs Nerv Syst* 2022; 38: 909-918. [\[Crossref\]](#)
6. Shrivastava A, Mohammed N, Xu Z, et al. Outcomes after gamma knife stereotactic radiosurgery in pediatric patients with cushing disease or acromegaly: a multi-institutional study. *World Neurosurg* 2019; 125: e1104-e1113. [\[Crossref\]](#)
7. Liu JS, Foo D, Yeo TT, Ho KH, Nga VDW, Karlsson B. Twenty-three years follow-up after low-dose Gamma Knife surgery of a brainstem juvenile pilocytic astrocytoma: a case report and review of the literature. *Childs Nerv Syst* 2019; 35: 1227-1230. [\[Crossref\]](#)
8. Ehret F, Mose L, Allwohn L, et al. Radiosurgery for pediatric central nervous system lesions - initial report and insights from a multicenter registry. *Radiother Oncol* 2025; 211: 110994. [\[Crossref\]](#)
9. Goyal-Honavar A, Srinivas D, Konar S, et al. Gamma knife radiosurgery in a cohort of neurofibromatosis type 2-associated and sporadic pediatric meningiomas and schwannomas. *J Neurosurg Pediatr* 2025; 36: 89-95. [\[Crossref\]](#)
10. Suh JH, Barnett GH. Stereotactic radiosurgery for brain tumors in pediatric patients. *Technol Cancer Res Treat* 2003; 2: 141-146. [\[Crossref\]](#)
11. Hodgson DC, Goumnerova LC, Loeffler JS, et al. Radiosurgery in the management of pediatric brain tumors. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2001; 50: 929-935. [\[Crossref\]](#)
12. Egemen E, Öcal Ö, Börcek AÖ, Gülbahar Ö, Akmansu M, Kaymaz FF, et al. İyonize radyasyon sonrası gelişen oksidatif beyin ve spinal kord hasarını iyileştirmede deksametazon ve melatoninin etkilerinin sıçan modelinde karşılaştırılması. *Sinir Sistemi Cerrahisi Derg* 2022;7(3):83-95. [\[Crossref\]](#)
13. Murphy ES, Sahgal A, Regis J, et al. Pediatric cranial stereotactic radiosurgery: Meta-analysis and international stereotactic radiosurgery society practice guidelines. *Neuro Oncol* 2025; 27: 517-532. [\[Crossref\]](#)
14. Tripathi M, Sheehan JP, Niranjana A, et al. Gamma knife radiosurgery for hypothalamic hamartoma: a multi-institutional retrospective study on safety, efficacy, and complication profile. *Neurosurgery* 2025; 96: 426-437. [\[Crossref\]](#)
15. Samanci Y, Askeroglu MO, Nabeel AM, et al. Stereotactic Radiosurgery for Meningiomas in Children and Adolescents: An International Multi-Institutional Study. *Neurosurgery* 2023; 93: 1066-1074. [\[Crossref\]](#)
16. Wang E, Gutkin PM, Oh J, et al. Stereotactic radiosurgery for recurrent pediatric brain tumors: clinical outcomes and toxicity. *Neurosurg Focus* 2022; 53: E2. [\[Crossref\]](#)
17. Jumah F, Abou-Al-Shaar H, Mallela AN, Wiley CA, Lunsford LD. Gamma knife radiosurgery in the management of hypothalamic glioma: A case report with long-term follow-up. *Pediatr Neurosurg* 2022; 57: 118-126. [\[Crossref\]](#)
18. King D, Connolly D, Zaki H, Lee V, Yeomanson D. Successful treatment of metastatic relapse of medulloblastoma in childhood with single session stereotactic radiosurgery: a report of 3 cases. *J Pediatr Hematol Oncol* 2014; 36: 301-304. [\[Crossref\]](#)
19. Spina A, Gagliardi F, Boari N, Bailo M, Mortini P. Does stereotactic radiosurgery positively impact the local control of atypical teratoid rhabdoid tumors? *World Neurosurg* 2017; 104: 612-618. [\[Crossref\]](#)
20. Ekşi MŞ, Yılmaz B, Akakin A, et al. Gamma knife treatment of low-grade gliomas in children. *Childs Nerv Syst* 2015; 31: 2015-2023. [\[Crossref\]](#)
21. Weintraub D, Yen CP, Xu Z, Savage J, Williams B, Sheehan J. Gamma knife surgery of pediatric gliomas. *J Neurosurg Pediatr* 2012; 10: 471-477. [\[Crossref\]](#)
22. Kano H, Yang HC, Kondziolka D, et al. Stereotactic radiosurgery for pediatric recurrent intracranial ependymomas. *J Neurosurg Pediatr* 2010; 6: 417-423. [\[Crossref\]](#)
23. Eder HG, Leber KA, Eustacchio S, Pendl G. The role of gamma knife radiosurgery in children. *Childs Nerv Syst* 2001; 17: 341-6; discussion 347. [\[Crossref\]](#)
24. Yakar F, Egemen E, Dere ÜA, et al. The effectiveness of gamma knife radiosurgery for the management of residual high-grade gliomas: A single institutional study. *J Clin Neurosci* 2022; 95: 159-163. [\[Crossref\]](#)
25. Jalali R, Ghosh S, Chatterjee A, et al. High-precision radiotherapy achieves excellent long-term control and preserves function in pediatric craniopharyngioma-Subset analysis of a randomized trial. *Neuro Oncol* 2025; 27(8): 2147-2157. [\[Crossref\]](#)

Açık transforaminal lomber interbody füzyon cerrahisinde komplikasyonlar: Sistemik derleme ve meta-analiz

Complications associated with open transforaminal lumbar interbody fusion: A systematic review and meta-analysis

Sanubar Nazarlı¹*, Zeynep Sude Kalay²*, Doğan Güçlühan Güçlü¹*

¹Department of Neurosurgery, Faculty of Medicine, İstanbul Aydın University, İstanbul, Türkiye

²Faculty of Medicine, İstanbul Aydın University, İstanbul, Türkiye

Öz

Amaç: Bu çalışmanın amacı açık transforaminal lomber interbody füzyon cerrahisi sonrası bildirilen başlıca komplikasyonların birleşik oranlarını sistemik derleme ve meta-analiz yöntemi ile değerlendirmektir.

Yöntem: PubMed, Scopus ve Google Scholar veri tabanlarında sistemik literatür taraması yapılmıştır. Açık TLIF uygulanan hastaları içeren ve cerrahi komplikasyon verilerini raporlayan çalışmalar dahil edilmiştir. Dahil edilen çalışmalardan dural yırtık, cerrahi alan enfeksiyonu, nörolojik defisit, psödoartroz ve reoperasyon verileri çıkarılmıştır. Komplikasyon oranlarının birleşik tahminleri random-effects modeli kullanılarak hesaplanmıştır.

Bulgular: Meta-analize toplam 402 hastayı içeren 7 çalışma dahil edilmiştir. Birleşik analizde dural yırtık oranı %7,5 (%95 GA: %3,7–%11,3), enfeksiyon oranı %3,5 (%95 GA: %1,5–%5,5), nörolojik defisit oranı %1,9 (%95 GA: %0–%3,7), psödoartroz oranı %2,0 (%95 GA: %0,05–%4,0) ve reoperasyon oranı %2,6 (%95 GA: %0,5–%4,7) olarak bulunmuştur. Tüm analizlerde çalışmalar arasında anlamlı heterojenite gözlenmemiştir ($I^2=0$).

Sonuç: Açık TLIF cerrahisi sonrası komplikasyon oranlarının genel olarak düşük olduğu görülmektedir. En sık bildirilen komplikasyon dural yırtık olup cerrahi alan enfeksiyonu ve nörolojik defisit oranları literatürde bildirilen aralıklarla uyumludur. Açık TLIF cerrahisinin güvenlik profilini daha net ortaya koyabilmek için daha geniş örneklemler ve prospektif çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: açık transforaminal lomber interbody füzyon, lomber füzyon, spinal cerrahi, cerrahi komplikasyonlar, meta-analiz

✉ Sanubar Nazarlı ▪ surgeonazerli1992@gmail.com

Geliş tarihi / Received: 16.03.2026 **Kabul tarihi / Accepted:** 25.03.2026 **Yayın tarihi / Published:** 30.04.2026

Telif hakkı © 2026 Yazar(lar). Sinir Sistemi Cerrahisi Derneği tarafından yayımlandı. Açık erişimli bu makale, orijinal çalışmaya uygun şekilde atıfta bulunulması koşuluyla, herhangi bir ortamda veya formatta sınırsız kullanım, dağıtım ve çoğaltmaya izin veren [Creative Commons Atıf Lisansı \(CC BY\)](#) ile dağıtılmıştır.

Copyright © 2026 The Author(s). Published by Nervous System Surgery Society. This is an open access article distributed under the [Creative Commons Attribution License \(CC BY\)](#), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium or format, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT

Objective: The aim of this study was to evaluate the pooled incidence of major complications reported after open transforaminal lumbar interbody fusion (TLIF) surgery using a systematic review and meta-analysis.

Methods: A systematic literature search was conducted in PubMed, Scopus, and Google Scholar databases. Studies reporting surgical complications in patients undergoing open TLIF were included. Data on dural tear, surgical site infection, neurological deficit, pseudoarthrosis, and reoperation were extracted. Pooled complication rates were calculated using a random-effects model.

Results: Seven studies involving a total of 402 patients were included in the meta-analysis. The pooled incidence rates were 7.5% (95% CI: 3.7–11.3) for dural tear, 3.5% (95% CI: 1.5–5.5) for infection, 1.9% (95% CI: 0–3.7) for neurological deficit, 2.0% (95% CI: 0.05–4.0) for pseudoarthrosis, and 2.6% (95% CI: 0.5–4.7) for reoperation. No significant heterogeneity was observed across studies ($I^2 = 0\%$).

Conclusion: Complication rates following open TLIF surgery appear to be generally low. Dural tear was the most frequently reported complication, while infection and neurological deficit rates were consistent with previously reported literature. Larger prospective studies are needed to better define the safety profile of open TLIF surgery.

Keywords: open transforaminal lumbar interbody fusion, lumbar vertebrae, spinal fusion, postoperative complications, meta-analysis

Giriş

Lomber Lomber dejeneratif hastalıklar, bel ağrısı ve nörolojik semptomların en sık nedenlerinden biri olup konservatif tedaviye yanıt vermeyen hastalarda cerrahi tedavi gerektirebilmektedir¹. Spinal füzyon teknikleri bu hastalıkların cerrahi tedavisinde yaygın olarak kullanılan yöntemler arasında yer almaktadır.² Transforaminal lomber interbody füzyon (TLIF), ilk olarak Harms ve Rolinger tarafından tanımlanmış olup posterior yaklaşımla intervertebral füzyon sağlanmasına olanak tanıyan bir cerrahi tekniktir.³ TLIF tekniği, sinir köklerine daha sınırlı retraksiyon gerektirmesi nedeniyle avantaj sağlar.⁴ Açık TLIF tekniği çeşitli lomber patolojilerin cerrahi tedavisinde yaygın olarak uygulanmaktadır. Bununla birlikte, TLIF prosedürü dural yırtık, enfeksiyon ve nörolojik defisit gibi komplikasyonlarla ilişkilendirilebilmektedir.⁵ Özellikle revizyon cerrahilerinde komplikasyon oranlarının artabileceği bildirilmiştir.⁶ Literatürde TLIF sonrası komplikasyon oranlarının farklı cerrahi tekniklere ve hasta özelliklerine bağlı olarak değişkenlik gösterebildiği bildirilmiştir.⁷

Bu nedenle mevcut verilerin sistematik olarak değerlendirilmesi ve birleşik komplikasyon oranlarının ortaya konulması önem taşımaktadır. Bu çalışmanın amacı açık TLIF cerrahisi sonrası bildirilen başlıca komplikasyon oranlarını meta-analiz yöntemi ile değerlendirmektir.

Metod**Çalışma Tasarımı**

Çalışma, sistematik derleme ve meta-analizlerin raporlanmasına yönelik PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) kılavuzuna uygun olarak yürütülmüştür.⁸

Literatür Taraması

Literatür taraması PubMed, Scopus ve Google Scholar veri tabanları aracılığıyla sistematik olarak gerçekleştirilmiştir. Arama sırasında “transforaminal lumbar interbody fusion”, “open TLIF”, “complications”, “lumbar fusion” ve “spine surgery” anahtar kelimeleri kullanılmıştır. İlgili

çalışmaların referans listeleri de ek çalışmaların belirlenmesi amacıyla ayrıca incelenmiştir.

Dahil Etme Kriterleri

Çalışmalar aşağıdaki kriterlere göre meta-analize dahil edilmiştir:

1. Açık TLIF cerrahisi uygulanan hastaları içermesi
2. Cerrahi komplikasyon verilerini raporlaması
3. İnsan çalışması olması
4. İngilizce dilinde yayımlanmış olması

Dışlama Kriterleri

Aşağıdaki özelliklere sahip çalışmalar analiz dışında bırakılmıştır:

1. Minimal invaziv TLIF çalışmalarının açık TLIF'den ayrı analiz edilmemesi
2. Komplikasyon verilerinin raporlanmaması
3. Olgu sunumları, editöriyal veya derleme makaleleri
4. Hayvan veya kadavra çalışmaları

Veri Çıkarımı

Dahil edilen çalışmalardan yazar adı, yayın yılı ve toplam hasta sayısı gibi temel çalışma özellikleri ile dural yırtık, enfeksiyon, nörolojik defisit, psödoartroz ve reoperasyon gibi komplikasyon verileri çıkarılmıştır. Elde edilen veriler analiz için standart bir veri tablosuna kaydedilmiştir.

İstatistiksel Analiz

Komplikasyon oranlarının birleşik tahminleri random-effects modeli kullanılarak hesaplanmıştır. Analizler Jamovi istatistik yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmalar arası heterojenite I^2 istatistiği ile değerlendirilmiş olup I^2 değerinin %25'in altında olması düşük heterojenite olarak kabul edilmiştir.

Bulgular

Çalışma Seçim Süreci

Literatür taraması sonucunda veri tabanlarından toplam 70 kayıt elde edilmiştir. Üç yinelenen kayıt çıkarıldıktan sonra 67 çalışma başlık ve özet düzeyinde taranmıştır. Tüm bu çalışmaların tam metinleri değerlendirilmiş ve 60 çalışma çeşitli nedenlerle dışlanmıştır. Dışlama nedenleri arasında minimal invaziv TLIF çalışmalarının yer alması, komplikasyon verilerinin rapor edilmemesi, derleme veya meta-analiz çalışmaları, olgu sunumları veya küçük olgu serileri, İngilizce olmayan yayınlar ile biyomekanik veya hayvan çalışmaları bulunmaktadır. Sonuç olarak 7 çalışma meta-analize dahil edilmiştir. Çalışma seçim süreci Şekil 1'de gösterilmiştir. Meta-analize dahil edilen çalışmalar incelendiğinde, açık TLIF cerrahisinin farklı hasta popülasyonlarında değerlendirildiği görülmektedir. Takahashi ve ark. tarafından yapılan çalışma erken dönem klinik sonuçları ortaya koymuştur.⁹ Lau ve ark. minimal invaziv ve açık teknikleri karşılaştırmıştır.¹⁰ Wang ve ark. benzer şekilde klinik sonuçları değerlendirmiştir.¹¹ Adogwa ve ark. prospektif tasarımda sonuçları incelemiştir.¹² Serban ve ark. randomize çalışma ile karşılaştırmalı veriler sunmuştur.¹³ Abbasi ve ark. obez hastalarda sonuçları değerlendirmiştir.¹⁴

Çalışmaların Özellikleri

Meta-analize dahil edilen 7 çalışma, açık TLIF cerrahisi uygulanan hastalarda komplikasyon oranlarını değerlendiren çalışmalardan oluşmaktadır. Bu çalışmalar toplamda 402 hastayı kapsamaktadır. Dahil edilen çalışmalar farklı yıllarda yayımlanmış olup dural yırtık, cerrahi alan enfeksiyonu, nörolojik defisit, psödoartroz ve reoperasyon gibi komplikasyonları raporlamaktadır. Çalışmaların temel özellikleri Tablo 1'de sunulmuştur.

Komplikasyon Verileri

Dahil edilen çalışmalarda bildirilen komplikasyonlar arasında dural yırtık, enfeksiyon, nörolojik defisit, psödoartroz ve reoperasyon yer almaktadır. Çalışmalara ait komplikasyon verileri Tablo 2’de özetlenmiştir.

Dural Tear

Toplam 402 hastayı içeren 7 çalışma analiz edilmiştir. Random-effects modeli kullanılarak yapılan meta-analiz sonucunda açık TLIF cerrahisi sonrası dural yırtık oranı %7,5 (95% güven aralığı: %3,7–%11,3) olarak bulunmuştur. Çalışmalar arasında heterojenite saptanmamıştır ($I^2 = \%0$) (Şekil 2).

Enfeksiyon

Toplam 402 hastayı içeren 7 çalışma analiz edilmiştir. Random-effects modeli kullanılarak yapılan meta-analiz sonucunda açık TLIF cerrahisi sonrası cerrahi alan enfeksiyon oranı %3,5 (95%

güven aralığı: %1,5–%5,5) olarak bulunmuştur. Çalışmalar arasında anlamlı heterojenite saptanmamıştır ($I^2 = \%0$).

Nörolojik Defisit

Toplam 402 hastayı içeren 7 çalışma analiz edilmiştir. Random-effects modeli kullanılarak yapılan meta-analiz sonucunda açık TLIF cerrahisi sonrası nörolojik defisit %1,9 (95% güven aralığı: %0–%3,7) olarak bulunmuştur. Çalışmalar arasında anlamlı heterojenite saptanmamıştır ($I^2 = \%0$).

Psödoartroz

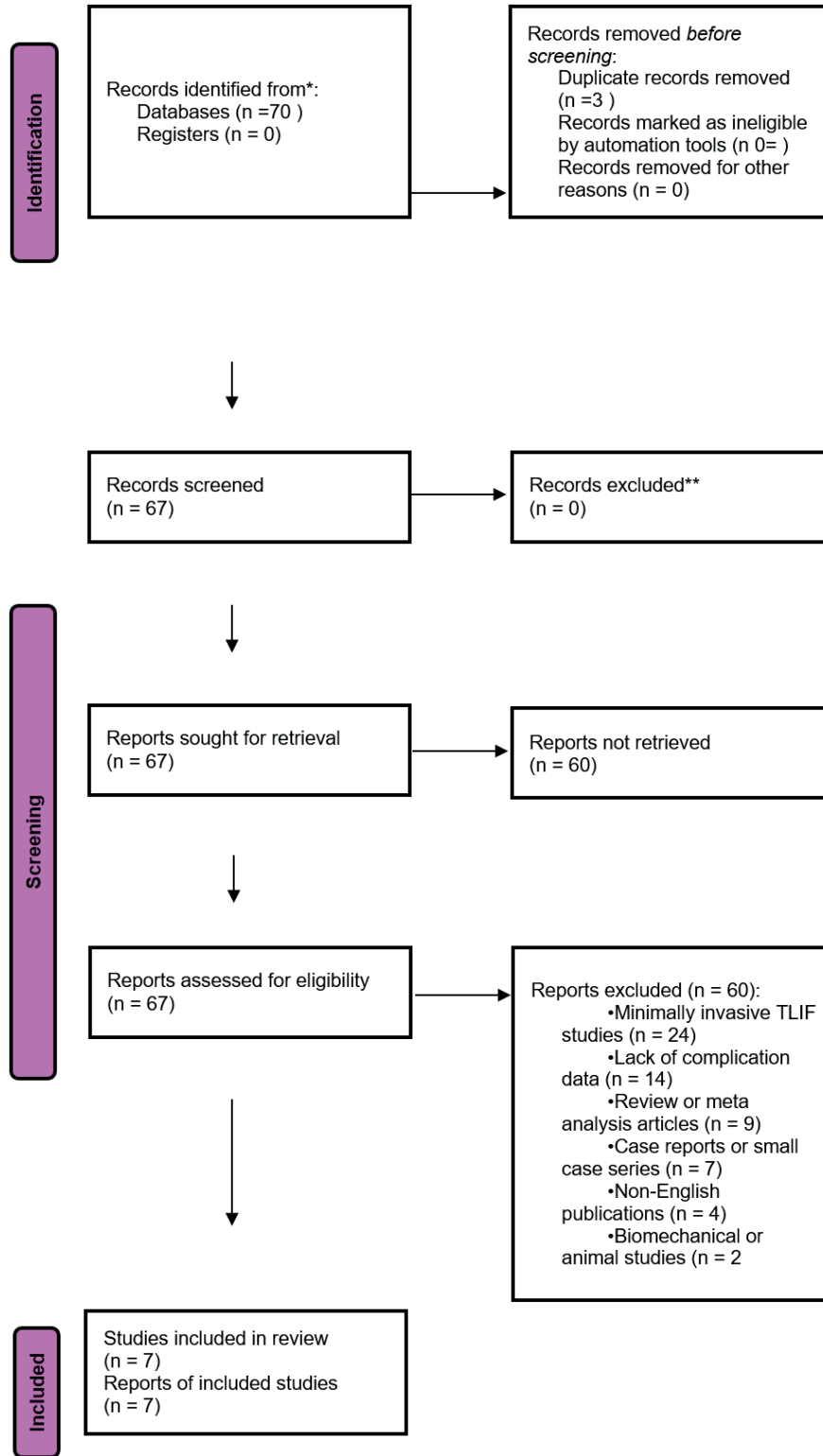
Toplam 402 hastayı içeren 7 çalışma analiz edilmiştir. Random-effects modeli kullanılarak yapılan meta-analiz sonucunda açık TLIF cerrahisi sonrası psödoartroz oranı %2,0 (95% güven aralığı: %0,05–%4,0) olarak bulunmuştur. Çalışmalar arasında anlamlı heterojenite saptanmamıştır ($I^2 = \%0$).

Tablo 1. Dahil edilen çalışmaların özellikleri ve hasta popülasyonları

Çalışma	Yıl	Ülke	Tasarım	n	Takip Süresi
Takahashi ve ark.	2011	Japonya	Prospektif kohort	21	24 ay
Lau ve ark.	2013	ABD	Retrospektif kohort	49	12 ay
Wang ve ark.	2014	Çin	Prospektif kohort	39	36 ay
Terman ve ark.	2014	ABD	Retrospektif kohort	21	31 ay
Adogwa ve ark.	2015	ABD	Prospektif kohort	108	>24 ay
Serban ve ark.	2017	Romanya	Randomize çalışma	40	12 ay
Abbasi ve ark.	2018	ABD	Retrospektif kohort	124	Belirtilmemiş
Toplam				402	

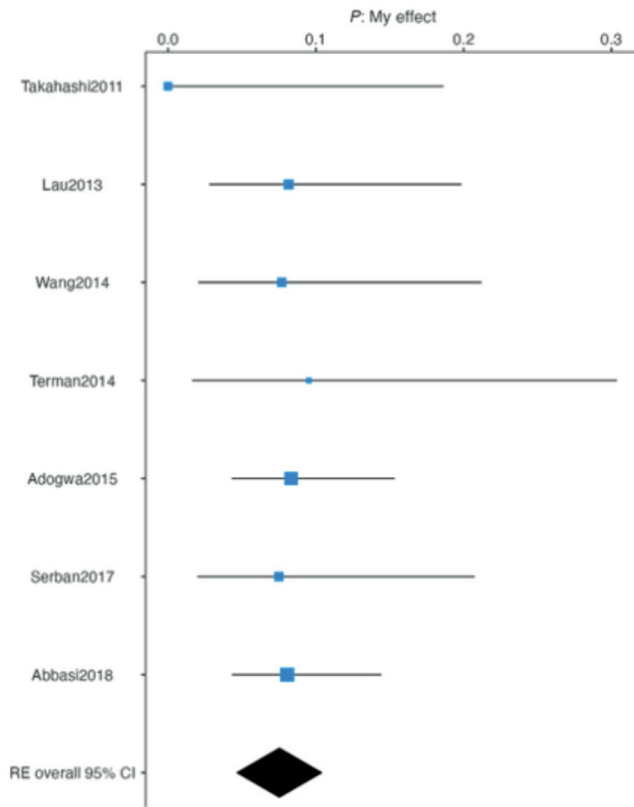
Tablo 2. Bireysel çalışmalara göre komplikasyon vakalarının dökümü

Çalışma	n	Dural Yırtık	Enfeksiyon	Nörolojik Defisit	Psödoartroz	Reoperasyon
Takahashi 2011	21	0	0	0	0	1
Lau 2013	49	4	2	1	1	1
Wang 2014	39	3	1	1	1	1
Terman 2014	21	2	1	0	0	1
Adogwa 2015	108	9	4	3	2	3
Serban 2017	40	3	1	1	1	1
Abbasi 2018	124	9	5	2	3	2
TOPLAM	402	30	14	8	8	10

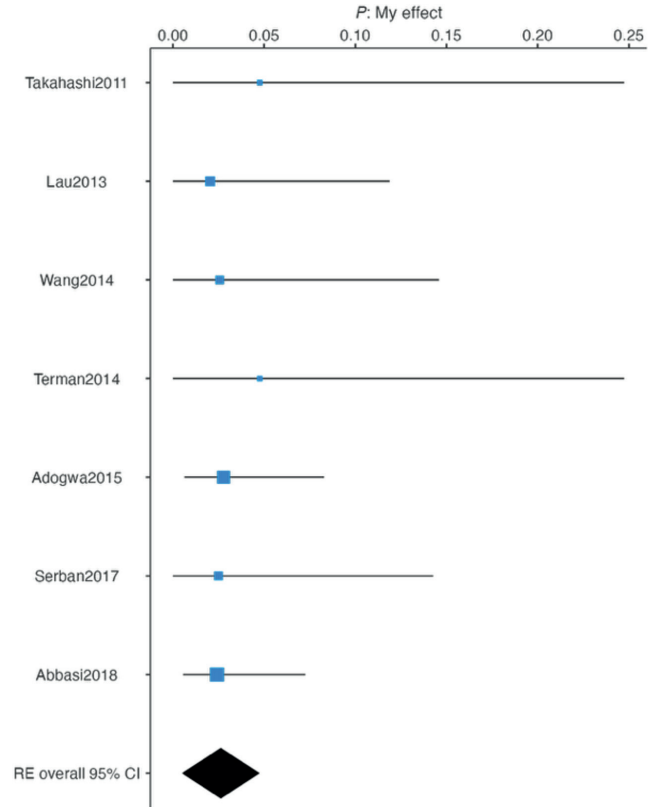


Şekil 1. Çalışma seçim sürecini gösteren PRISMA 2020 akış diyagramı

Not: Veri tabanı taraması sonucunda toplam 70 kayıt belirlenmiştir. Üç yinelenen kayıt çıkarıldıktan sonra 67 çalışma başlık ve özet düzeyinde taranmıştır. Tam metin değerlendirme sonrasında 60 çalışma çeşitli nedenlerle dışlanmış ve nihai meta-analize 7 çalışma dahil edilmiştir.



Şekil 2. Dural yırtık forest plot.



Şekil 3. Reoperasyon forest plot.

Reoperasyon

Toplam 402 hastayı içeren 7 çalışma analiz edilmiştir. Random-effects modeli kullanılarak yapılan meta-analiz sonucunda açık TLIF cerrahisi sonrası reoperasyon oranı %2,6 (95% güven aralığı: %0,5–%4,7) olarak hesaplanmıştır. Çalışmalar arasında heterojenite saptanmamıştır ($I^2 = \%0$) (Şekil 3).

Birleşik Sonuçların Özeti

Meta-analiz sonucunda açık TLIF cerrahisi sonrası bildirilen başlıca komplikasyonların birleşik oranları hesaplanmıştır. Random-effects modeli ile yapılan analizde dural yırtık oranı %7,5 (%95 GA: %3,7–%11,3), enfeksiyon oranı %3,5 (%95 GA: %1,5–%5,5), nörolojik defisit oranı %1,9 (%95 GA: %0–%3,7), psödoartroz oranı %2,0 (%95 GA: %0,05–%4,0) ve reoperasyon oranı %2,6 (%95 GA: %0,5–%4,7) olarak bulunmuştur. Tüm analizlerde

çalışmalar arasında anlamlı heterojenite gözlenmemiştir ($I^2 = \%0$). Meta-analiz sonucunda elde edilen birleşik komplikasyon oranları Tablo 3'te özetlenmiştir.

Dahil edilen gözlemsel çalışmaların metodolojik kalitesi Newcastle–Ottawa Ölçeği (NOS) kullanılarak değerlendirilmiştir. NOS değerlendirmesi sonucunda çalışmaların toplam puanlarının 6 ile 8 arasında değiştiği görülmüş olup, tüm çalışmalar orta veya yüksek metodolojik kalite düzeyinde bulunmuştur. Çalışmaların kalite değerlendirme sonuçları Tablo 4'te sunulmuştur.

Tartışma

Bu meta-analiz, açık TLIF cerrahisinin kabul edilebilir bir güvenlik profiline sahip olduğunu ve komplikasyon oranlarının genel olarak düşük seyrettiğini göstermektedir. Bulgular, dural

Tablo 3. Açık transforaminal lomber interbody füzyon cerrahisi sonrası birleşik komplikasyon oranları

Komplikasyon	Çalışma Sayısı (k)	Birleşik Oran (%)	%95 Güven Aralığı	Heterojenite (I2, %)
Dural Yırtık	7	7,5	3,7 – 11,3	0
Enfeksiyon	7	3,5	1,5 – 5,5	0
Nörolojik Defisit	7	1,9	0 – 3,7	0
Psödoartroz	7	2,0	0,05 – 4,0	0
Reoperasyon	7	2,6	0,5 – 4,7	0

Tablo 4. Dahil edilen çalışmaların kalite değerlendirmesi (Newcastle-Ottawa Ölçeği).

Çalışma	Seçim (0–4)	Karşılaştırılabilirlik (0–2)	Sonuç (0–3)	Toplam Puan (0–9)
Takahashi ve ark.	3	1	2	6
Lau ve ark.	4	1	2	7
Wang ve ark.	3	1	2	6
Terman ve ark.	3	1	2	6
Adogwa ve ark.	4	2	2	8
Abbasi ve ark.	3	1	2	6
Serban ve ark.	4	2	2	8

yırtığın en sık karşılaşılan komplikasyon olduğunu ortaya koyarken, diğer komplikasyonların daha düşük oranlarda görülmesi bu cerrahi yaklaşımın klinik açıdan güvenli bir seçenek olduğunu desteklemektedir. Lomber füzyon cerrahileri, dejeneratif lomber patolojilerin tedavisinde yaygın olarak kullanılan yöntemler olup, farklı cerrahi teknikler ve endikasyonlar açısından literatürde geniş şekilde tanımlanmıştır.¹⁵ Bu teknikler arasında yer alan TLIF, posterior yaklaşımla intervertebral füzyon sağlanmasına olanak tanınması ve sinir köklerine daha sınırlı retraksiyon gerektirmesi nedeniyle önemli avantajlar sunmaktadır.^{3,4} Bu özellikler, özellikle nörolojik komplikasyon riskinin azaltılması açısından klinik olarak önem taşımaktadır. Literatürde TLIF cerrahisine bağlı komplikasyonlar incelendiğinde, dural yırtık ve cerrahi alan enfeksiyonunun en sık karşılaşılan komplikasyonlar olduğu görülmektedir.^{5,16} Önceki çalışmalarda dural yırtık oranlarının %2–10 arasında değiştiği bildirilmiştir.¹⁶ Bu çalışmada elde edilen %7,5'lik oran, literatürde bildirilen değerlerle uyumlu olup dural yırtığın açık TLIF cerrahisinde beklenen ancak yönetilebilir bir komplikasyon olduğunu

göstermektedir. Cerrahi alan enfeksiyonu ve nörolojik komplikasyonlar spinal cerrahi sonrası klinik sonuçları etkileyen önemli faktörlerdir. Literatürde enfeksiyon oranlarının genellikle %1–5 arasında değiştiği bildirilmektedir.^{5,16} Bu çalışmada elde edilen %3,5'lik enfeksiyon oranı literatür ile uyumludur. Nörolojik defisit oranının %1,9 gibi düşük bir düzeyde bulunması ise TLIF tekniğinin sinir köklerine minimal retraksiyon gerektiren yapısı ile açıklanabilir.⁴ Bu bulgular, açık TLIF cerrahisinin nörolojik açıdan güvenli bir yöntem olduğunu desteklemektedir. Psödoartroz ve reoperasyon oranları, cerrahi başarının uzun dönem göstergeleri arasında yer almaktadır. Literatürde psödoartroz gelişiminin cerrahi teknik, implant özellikleri ve hasta faktörlerinden etkilendiği bilinmektedir.¹⁷ Bu çalışmada psödoartroz oranının %2,0 olarak bulunması, açık TLIF cerrahisinin başarılı füzyon oranları sağlayabildiğini düşündürmektedir. Benzer şekilde düşük reoperasyon oranı (%2,6), klinik sonuçların genel olarak tatmin edici olduğunu göstermektedir. Bu çalışmada tüm analizlerde istatistiksel heterojenite gözlenmemiştir ($I^2 = \%0$); ancak bu bulgu dikkatle yorumlanmalıdır.

Dahil edilen çalışma sayısının sınırlı olması ve olay sayılarının düşük olması, çalışmalar arası gerçek varyasyonun istatistiksel olarak ortaya konulamamasına neden olmuş olabilir. Bu nedenle heterojenitenin bulunmaması, gerçek klinik heterojenitenin olmadığı anlamına gelmeyebilir.

Bu çalışmanın önemli bir güçlü yönü, yalnızca açık TLIF cerrahisine ait verilerin analiz edilmesi ve minimal invaziv tekniklerin dışlanmasıdır. Bu yaklaşım, açık TLIF'e özgü komplikasyon profilini daha net değerlendirilmesine olanak sağlamıştır. Ayrıca dahil edilen çalışmaların metodolojik kalitesinin orta ve yüksek düzeyde olması, elde edilen bulguların güvenilirliğini artırmaktadır. Bununla birlikte çalışmanın bazı kısıtlılıkları bulunmaktadır. Dahil edilen çalışmaların çoğunun retrospektif tasarıma sahip olması potansiyel seçim yanlılığına neden olabilir. Ayrıca toplam hasta sayısının sınırlı olması ve çalışmalar arasında hasta popülasyonları ile takip süreleri açısından farklılıklar bulunması, sonuçların genellenebilirliğini kısıtlayabilir. Bunun yanı sıra, düşük olay sayıları bazı analizlerde istatistiksel gücün sınırlı kalmasına yol açmış olabilir.

Kısıtlılıklar

Bu çalışmanın bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. Öncelikle meta-analize dahil edilen çalışmaların önemli bir kısmı retrospektif tasarıma sahip olup bu durum potansiyel seçim yanlılığına yol açabilir. Ayrıca dahil edilen çalışmaların hasta popülasyonları, cerrahi teknik detayları ve takip süreleri arasında farklılıklar bulunması sonuçların genellenebilirliğini sınırlandırabilir. Bununla birlikte meta-analize dahil edilen çalışma sayısının ve toplam hasta sayısının nispeten sınırlı olması da çalışmanın bir diğer kısıtlılığıdır. Gelecekte daha geniş hasta serilerini içeren prospektif ve çok merkezli çalışmaların yapılması açık TLIF cerrahisinin komplikasyon profilini daha net ortaya koyabilir.

Sonuç

Bu meta-analiz açık TLIF cerrahisi sonrası komplikasyon oranlarının genel olarak düşük olduğunu göstermektedir. En sık bildirilen komplikasyon dural yırtık olup cerrahi alan enfeksiyonu, nörolojik defisit ve reoperasyon oranları literatürde bildirilen aralıklarla uyumludur. Açık TLIF cerrahisinin güvenlilik profilini daha iyi ortaya koyabilmek için daha geniş örneklemli ve prospektif çalışmaların yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

Etik kurul onayı

Bu çalışma, daha önce yayınlanmış çalışmalara dayanan bir sistematik derleme ve meta-analizdir. Doğrudan insan veya hayvan denek yer almadığı için etik kurul onayı gerekmemiştir.

Yazarlık katkısı

Çalışma konsepti ve tasarımı: SN, ZSK; veri toplama: ZSK; sonuçların analizi ve yorumlanması: SN, ZSK, DGG; makaleyi hazırlama: ZSK, DGG. Yazar(lar) sonuçları gözden geçirmiş ve makalenin son halini onaylamıştır.

Finansman

Yazar(lar), çalışmanın herhangi bir finansal destek almadığını beyan etmiştir.

Çıkar çatışması

Yazar(lar) herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmiştir.

Ethical approval

This study is a systematic review and meta-analysis based on previously published studies. Since no human or animal subjects were directly involved, ethics committee approval was not required.

Author contribution

Study conception and design: SN,ZSK; data collection: ZSK; analysis and interpretation of results: SN,ZSK,DGG; draft manuscript preparation: ZSK,DGG. The author(s) reviewed the results and approved the final version of the article.

Source of funding

The authors declare the study received no funding.

Conflict of interest

The authors declare that there is no conflict of interest.

Kaynakça

1. Tormenti MJ, Maserati MB, Bonfield CM, et al. Perioperative surgical complications of transforaminal lumbar interbody fusion: a single-center experience. *J Neurosurg Spine* 2012; 16: 44-50. [\[Crossref\]](#)
2. Kaiser MG, Eck JC, Groff MW, et al. Guideline update for the performance of fusion procedures for degenerative disease of the lumbar spine. Part 1: introduction and methodology. *J Neurosurg Spine* 2014; 21: 2-6. [\[Crossref\]](#)
3. Harms J, Rolinger H. A one-stager procedure in operative treatment of spondylolistheses: dorsal traction-reposition and anterior fusion (author's transl). *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 1982; 120: 343-347. [\[Crossref\]](#)
4. de Kunder SL, van Kuijk SMJ, Rijkers K, et al. Transforaminal lumbar interbody fusion (TLIF) versus posterior lumbar interbody fusion (PLIF) in lumbar spondylolisthesis: a systematic review and meta-analysis. *Spine J* 2017; 17: 1712-1721. [\[Crossref\]](#)
5. Selznick LA, Shamji MF, Isaacs RE. Minimally invasive interbody fusion for revision lumbar surgery: technical feasibility and safety. *J Spinal Disord Tech* 2009; 22: 207-213. [\[Crossref\]](#)
6. Khan IS, Sonig A, Thakur JD, Bollam P, Nanda A. Perioperative complications in patients undergoing open transforaminal lumbar interbody fusion as a revision surgery. *J Neurosurg Spine* 2013; 18: 260-264. [\[Crossref\]](#)
7. Kim CH, Easley K, Lee JS, et al. Comparison of minimally invasive versus open transforaminal interbody lumbar fusion. *Global Spine J* 2020; 10: 143S-150S. [\[Crossref\]](#)
8. Arya S, Kaji AH, Boermeester MA. PRISMA Reporting guidelines for meta-analyses and systematic reviews. *JAMA Surg* 2021; 156: 789-790. [\[Crossref\]](#)
9. Murrad K, Al Harbi Y, Alsabbagh LM, Alwehaibi K, Al Salhi R, Awwad W. Clinical outcomes of the transforaminal lumbar interbody fusion technique among patients with low back pain showing type 1 modic changes on MRI. *Cureus* 2024; 16: e61745. [\[Crossref\]](#)
10. Hu ZX, Han J, Sun YF, Tian XL. Comparison of percutaneous endoscopic lumbar discectomy vs. minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion for the treatment of single-segment lumbar disc herniation: a meta-analysis. *Eur Rev Med Pharmacol Sci* 2022; 26: 6678-6690. [\[Crossref\]](#)
11. Wu AM, Hu ZC, Li XB, et al. Comparison of minimally invasive and open transforaminal lumbar interbody fusion in the treatment of single segmental lumbar spondylolisthesis: minimum two-year follow up. *Ann Transl Med* 2018; 6: 105. [\[Crossref\]](#)
12. Phan K, Rao PJ, Kam AC, Mobbs RJ. Minimally invasive versus open transforaminal lumbar interbody fusion for treatment of degenerative lumbar disease: systematic review and meta-analysis. *Eur Spine J* 2015; 24: 1017-1030. [\[Crossref\]](#)
13. Hartmann S, Lang A, Lener S, Abramovic A, Grassner L, Thomé C. Minimally invasive versus open transforaminal lumbar interbody fusion: a prospective, controlled observational study of short-term outcome. *Neurosurg Rev* 2022; 45: 3417-3426. [\[Crossref\]](#)
14. Tang T, Wan B, Zhang X, Zhang A. Impact of obesity on outcomes of minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion surgeries: a systematic review and meta-analysis. *World Neurosurg* 2024; 185: e835-e849. [\[Crossref\]](#)
15. Mobbs RJ, Phan K, Malham G, Seex K, Rao PJ. Lumbar interbody fusion: techniques, indications and comparison of interbody fusion options including PLIF, TLIF, MI-TLIF, OLIF/ATP, LLIF and ALIF. *J Spine Surg* 2015; 1: 2-18. [\[Crossref\]](#)
16. Chrastil J, Patel AA. Complications associated with posterior and transforaminal lumbar interbody fusion. *J Am Acad Orthop Surg* 2012; 20: 283-291. [\[Crossref\]](#)
17. Zhang M, Liu X, Wang G, Liu H, Zhu F, Mou H. Risk factors associated with cage retropulsion after lumbar interbody fusion. *Turk Neurosurg* 2024; 34: 274-282. [\[Crossref\]](#)

Spontan intrakranyal hipotansiyonda tedavi algoritması ve kantitatif radyolojik analiz: Tek merkezli dokuz hastalık vaka serisi

Spontaneous intracranial hypotension: Single-center experience of nine cases and proposed management algorithm

Deniz Akpınar¹, Eren Andıç¹, İrem Yaren Uysal¹, Duygu Dölen Burak¹, Tuğrul Cem Ünal¹, Pulat Akın Sabancı¹, Yavuz Aras¹

¹Department of Neurosurgery, Faculty of Medicine, İstanbul University, İstanbul, Türkiye

ÖZ

Amaç: Spontan intrakraniyal hipotansiyon (SİH), BOS'un spinal düzeyde kaybına bağlı heterojen bir hastalıktır. Bu çalışmada Bern SİH skoru ve morfometrik MRG ölçümleri ile etiyoloji arasındaki ilişki değerlendirilerek basamaklı bir tedavi algoritması önerilmesi amaçlanmıştır.

Yöntemler: Mart 2020–Şubat 2026 tarihleri arasında SİH tanısı doğrulanan dokuz hasta retrospektif olarak değerlendirildi. Bern skoru (0–9), pontomezensefalik açığı (PMA), mamillo-pontin mesafe (MPM) ve klivoaksiyel açığı (CXA) sistematik olarak ölçüldü. Hastalar Schievink sınıflamasına göre dört alt tipe ayrıldı; klinik yanıt NRS tabanlı üç kademeli sınıflamayla, komplikasyonlar Clavien-Dindo sistemiyle değerlendirildi.

Bulgular: Dokuzunun tamamı kadın olan hastalar (ortanca yaş 49,5 yıl) arasında Tip 1 (n=3), Tip 2 (n=1), Tip 3 CVF (n=2) ve kriptojenik (n=3) dağılımı saptandı. PMA 27,4°–37,5°, MPM 3,3–4,6 mm, CXA 141,5°–167,3° arasında ölçüldü; tüm değerler normal sınırların altındaydı. Venöz distansiyon işareti sekiz hastada (%88,9) pozitif. Sekiz hastada (%88,9; %95 GA %52,0–%99,7) tam klinik yanıt elde edildi; Clavien-Dindo Grade IV–V komplikasyon gelişmedi.

Sonuç: Bern skoru, PMA ve CXA değerleri SİH etiyolojik alt tipi ve tedavi karmaşıklığıyla tutarlı biçimde örtüşmektedir. Tip 1 osteofitik sızıntılarda anatomik bası varlığında direkt cerrahi gereklidir; Tip 3 CVF'ler EKY'ye refrakter olup endovasküler embolizasyon birinci basamak invaziv tedaviyi oluşturur. CVF embolizasyonu sonrası rebound intrakraniyal hipertansiyon açısından MRG izlemi gerekmektedir.

Anahtar kelimeler: spontan intrakraniyal hipotansiyon; Bern spontan intrakraniyal hipotansiyon skoru; pontomezensefalik açığı; klivoaksiyel açığı; epidural kan yaması; BOS-venöz fistül; tedavi algoritması

✉ Eren Andıç • eren.andic@istanbul.edu.tr

Geliş tarihi / Received: 19.03.2026 **Kabul tarihi / Accepted:** 29.03.2026 **Yayın tarihi / Published:** 30.04.2026

Telif hakkı © 2026 Yazar(lar). Sinir Sistemi Cerrahisi Derneği tarafından yayımlandı. Açık erişimli bu makale, orijinal çalışmaya uygun şekilde atıfta bulunulması koşuluyla, herhangi bir ortamda veya formatta sınırsız kullanım, dağıtım ve çoğaltmaya izin veren [Creative Commons Atıf Lisansı \(CC BY\)](#) ile dağıtılmıştır.

Copyright © 2026 The Author(s). Published by Nervous System Surgery Society. This is an open access article distributed under the [Creative Commons Attribution License \(CC BY\)](#), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium or format, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT

Aim: Spontaneous intracranial hypotension (SIH) is a heterogeneous syndrome arising from spinal CSF leakage. This study aimed to assess the relationship between the Bern SIH score, morphometric MRI measurements, and aetiological subtype, and to propose a stepwise management algorithm.

Methods: Nine patients with confirmed SIH admitted between March 2020 and February 2026 were retrospectively evaluated. Bern score (0–9), pontomesencephalic angle (PMA), mammillopontine distance (MPM), and clivo-axial angle (CXA) were systematically measured. Patients were classified into four subtypes per Schievink criteria; clinical response was assessed using an NRS-based three-tier grading system, and complications were graded with the Clavien-Dindo classification.

Results: All nine patients were female (median age 49.5 years). Subtype distribution was as follows: Type 1 (n=3), Type 2 (n=1), Type 3 CVF (n=2; both admissions from the same patient), and cryptogenic (n=3). PMA ranged from 27.4° to 37.5°, MPM from 3.3 to 4.6 mm, and CXA from 141.5° to 167.3°; all values were below normal reference ranges. The venous distension sign was positive in eight patients (88.9%). Complete clinical response was achieved in eight patients (88.9%; 95% CI 52.0%–99.7%); no Clavien-Dindo Grade IV–V complications occurred.

Conclusion: The Bern score, PMA, and CXA consistently correlate with SIH aetiological subtype and treatment complexity. Type 1 osteophytic leaks with significant cord compression require direct surgical repair; Type 3 CVFs are refractory to EBP and mandate endovascular embolisation as first-line invasive treatment. Post-embolisation rebound intracranial hypertension necessitates active MRI surveillance.

Keywords: spontaneous intracranial hypotension; Bern SIH score; pontomesencephalic angle; clivo-axial angle; epidural blood patch; CSF-venous fistula; treatment algorithm; case series

Giriş

Spontan Spontan intrakraniyal hipotansiyon (SİH), travma veya lomber ponksiyon gibi tetikleyici bir faktör olmaksızın gelişen spinal BOS kaçağına bağlı, ortostatik baş ağrısıyla seyreden sekonder bir baş ağrısı sendromudur.^{1,2} Kadınlarda erkeklere kıyasla yaklaşık 2:1 oranında daha sık görülür; vakaların büyük çoğunluğu yaşamın dördüncü ve beşinci evresinde (30–50 yaş aralığı) kümelenmektedir.³ Son yıllarda gerçekleştirilen popülasyon bazlı çalışmalar yıllık insidansı 4–5/100.000 olarak ortaya koymuştur.^{4,5}

Schievink ve ark. tarafından önerilen sınıflamaya göre BOS sızıntıları üç tipe ayrılır: Tip 1 (osteofitik veya kalsifiye disk kaynaklı dural yırtık), Tip 2 (rüptüre meningeal divertikül) ve Tip 3 (BOS-venöz fistül, CVF).⁶ Bu etiyolojik ayırım, tedavi seçimini doğrudan etkilemektedir: Tip 1 ventral yırtıklarda kör epidural kan yaması (EKY) çoğunlukla yetersiz kalır; Tip 2 divertiküllerde hedefli EKY etkili olabilir; Tip 3 CVF'ler ise EKY'ye

yanıtsız olup endovasküler veya cerrahi oklüzyon gerektirir.^{5,6,7,8}

Radyolojik değerlendirme alanında Bern SİH beyin MRG skoru (0–9) spinal kaçak olasılığını tahmin etmede %79 duyarlılık ve %98 özgüllük sağlamaktadır.⁷ Pontomezensefalik açı (PMA) $\geq 40^\circ$ eşliğinin EKY yanıtını öngördüğü bildirilmiştir;⁹ klivoaksiyel açı (CXA) ise kaudal beyin sarkmasının nesnel bir ölçütü olarak tanımlanmıştır. Bu parametrelerle tedavi protokolü arasındaki ilişkiyi gösteren çalışmalar son derece kısıtlıdır.

Bu vaka serisinde Mart 2020–Şubat 2026 tarihleri arasında İstanbul Tıp Fakültesi Nöroşirürji kliniğine yatırılan dokuz SİH hastası sunulmaktadır. Çalışmanın amaçları: (i) Bern skoru, pontomezensefalik açı (PMA), mamillo-pontin mesafe (MPM) ve klivoaksiyel açı (CXA) parametrelerini sistematik biçimde tanımlamak; (ii) her etiyolojik alt tip için uygulanan basamaklı tedavi kararlarını betimlemek; (iii) uygulanabilir, kanıta dayalı bir yönetim algoritması önermektir.

Yöntemler

Çalışma Tasarımı

Bu çalışma, İstanbul Tıp Fakültesi Nöroşirürji kliniğinde yürütülen tek merkezli retrospektif bir vaka serisidir. Çalışma Helsinki Bildirgesi'nin 2013 revizyonuna ve PROCESS 2023 kılavuzuna¹⁰ uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Retrospektif tasarım ve hasta verilerinin tam anonimleştirilmesi nedeniyle etik kurul onayı gerektirmemektedir.

Hasta Seçimi

Klinik kayıtlarında Mart 2020–Şubat 2026 tarihleri arasındaki intrakraniyal hipotansiyon tanılı hastalar tarandı. On bir olgu saptandı; iki olgu yatış sürecinde tanının kesin olarak dışlanması nedeniyle analize dahil edilmedi (Şekil 1). Kalan dokuz hasta çalışma kohortunu oluşturmaktadır. Dahil etme ölçütleri: ICHD-3 7.2.3 kriterleri¹¹ veya Cheema ve ark. multidisipliner kılavuz tanı kriterlerini¹² karşılayan SİH tanısı; klinik ve nörogörüntüleme kayıtlarının mevcudiyeti olarak belirlendi. Tedavi modalitesi veya klinik ağırlık derecesine dayalı dışlama ölçütü uygulanmadı.

Kantitatif Radyolojik Değerlendirme

Kraniyal MRG bulguları Bern SİH kraniyal MRG skorlama sistemi⁷ kullanılarak sistematik olarak değerlendirildi (pakimeningeal kontrast tutulumu, venöz sinüs distansiyonu/VDİ, subdural sıvı koleksiyonu, suprasellar sisterna, prepontin sisterna ve hipofiz büyümesi; toplam 0–9 puan). PMA, sagittal T1 MRG'de mezensefalon dorsal yüzeyi ile pons ventral yüzeyi arasındaki kesişim açısı olarak ölçüldü (normal 55–75°; EKY yanıt eşiği $\geq 40^\circ$).⁹ MPM, midsagittal T1'de mamiller cismin alt ucundan ponsa dik mesafe olarak tanımlandı. CXA, sagittal BT görüntülerinde klivus posterior yüzeyi boyunca çizilen hat ile C2 aksı arasındaki açı olarak ölçüldü (normal $>135^\circ$). VDİ, orijinal tanımına uygun şekilde kaydedildi.¹³ Tüm ölçümler tek bir araştırmacı tarafından

retrospektif olarak yapıldı. PMA ve MPM ölçüm teknikleri Şekil 2'de gösterilmektedir.

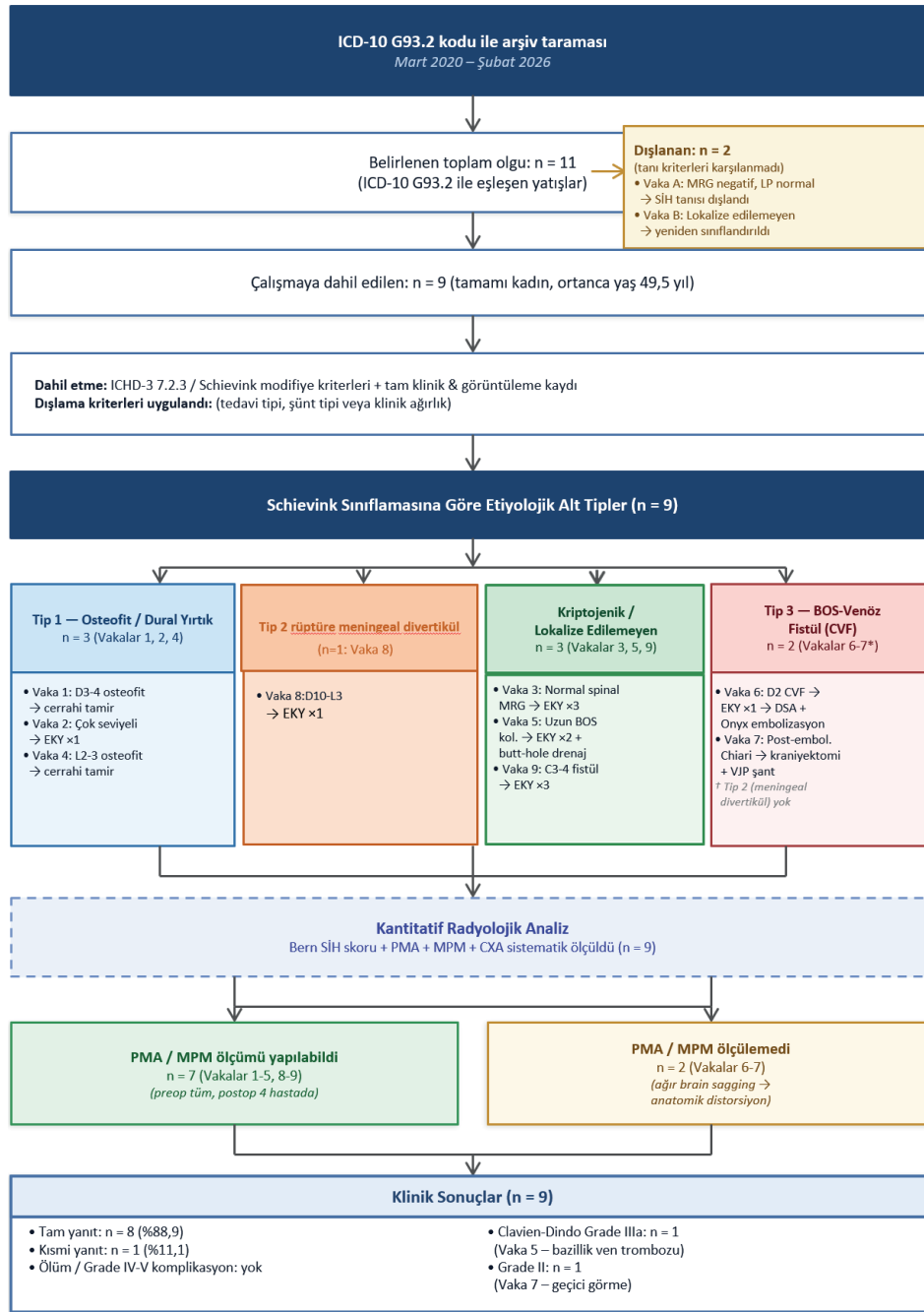
İstatistiksel Analiz

Sürekli değişkenler ortanca ve çeyrekler arası aralık (ÇAA) ile; kategorik değişkenler sıklık ve yüzde (%) olarak ifade edildi. Oranlar için %95 güven aralıkları Clopper–Pearson kesin yöntemiyle hesaplandı. Klinik yanıt, sayısal ağrı skoru (NRS) tabanlı üç kademeli sınıflama ile değerlendirildi; komplikasyonlar Clavien–Dindo sınıflamasına göre derecelendirildi.¹⁴ Preoperatif ve postoperatif radyolojik parametreler arasındaki farklar Wilcoxon işaretli sıra testi ile analiz edildi. Bern skoru ile PMA/MPM arasındaki ilişki Spearman korelasyon katsayısı (ρ) kullanılarak değerlendirildi. Etiyolojik alt tipler ile klinik yanıt arasındaki ilişki Fisher kesin testi ile analiz edildi. İstatistiksel anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak kabul edildi. Ancak küçük örneklem büyüklüğü nedeniyle tüm istatistiksel analizler keşifsel nitelikte yorumlandı. Tüm analizler R (sürüm 4.3) kullanılarak gerçekleştirildi. Aynı hastaya ait tekrarlayan yatışlar, tek bir klinik sürecin parçası olarak değerlendirilmiş ve istatistiksel analizde bağımsız gözlemler olarak kabul edilmemiştir. Bu nedenle analizler hasta düzeyinde gerçekleştirilmiştir.

Bulgular

Hasta Özellikleri

Çalışmaya dokuz hasta dahil edildi; tamamı kadın (%100), ortanca yaş 49,5 yıl (ÇAA 40,5–55,5; aralık 35–59). Başvuru şikayeti tüm olgularda baş ağrısıydı; ortostatik baş ağrısı dokuz olgunun yedisinde (%77,8) mevcuttu. Etiyolojik dağılım: Tip 1 osteofitik sızıntı (n=3: Vakalar 1, 2, 4), Tip 2 rüptüre meningeal divertikül (n=1: Vaka 8), Tip 3 CVF (n=2: Vakalar 6 ve 7, aynı hastanın iki yatışı) ve kriptojenik SİH (n=3: Vakalar 3, 5, 9). Ayrıntılı hasta özellikleri Tablo 1'de sunulmaktadır.



Şekil 1. PROCESS 2023 kılavuzuna uygun hasta seçim akış şekli

ICD-10 G93.2 kodu ile yapılan arşiv taramasında belirlenen 11 olgudan ikisi dışlanmıştır. Kalan dokuz hasta (Vakalar 1-9) Schievink sınıflamasına göre dört etiyolojik alt tipe ayrılmıştır: Tip 1 osteofitik sızıntı (n=3: Vakalar 1, 2, 4), Tip 2 rüptüre meningeal divertikül (n=1: Vaka 8), Tip 3 CVF (n=2: Vakalar 6, 7) ve Kriptojenik SİH (n=3: Vakalar 3, 5, 9).

BOS = beyin omurilik sıvısı • CVF = BOS-venöz fistül • DSA = dijital subtraksiyon anjiyografi
• EKY = epidural kan yaması • ICD-10 = Uluslararası Hastalık Sınıflaması • LP = lomber ponksiyon • MPM = mammillopontin mesafe • MRG = manyetik rezonans görüntüleme
• PMA = pontomezensefalik açığı • CXA = klavyaksiyel açığı • SİH = spontan intrakraniyal hipotansiyon • VJP = ventriküloperitoneal

*Vakalar 6 ve 7 aynı hastanın iki ayrı yatışını temsil etmektedir.

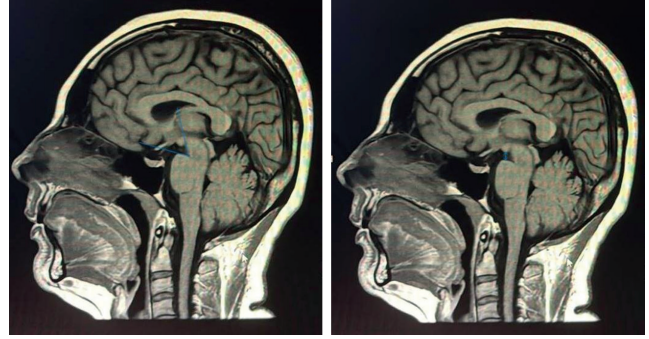
Tablo 1. Dahil edilen dokuz hastanın klinik, görüntüleme ve temel radyolojik özellikleri										
Vaka ID	Yaş/Cins.	Süre	Başlangıç	LP Basıncı	Kranyal MRG	Spinal Görüntüleme	Tanı (Schievink)	Bern	VDİ	CXA (°)
Vaka 1	53/K	25 gün	Yavaş	Ölçülmedi	Bilateral ≤8mm SDH; diffüz pakimengeal kontrastlanma	D3-L2 ant. epidural BOS; D3-4 osteofit kord basısı	SIH Tip 1 (ventral osteofit)	6	Var	163,6°
Vaka 2	39/K	~4 hafta	Yavaş	Düşük (LP×3)	Bilateral ≤7mm SDH	C5-D2 ant. + D5-lomber post. epidural BOS	SIH Tip 1 (yaygın çok seviyeli)	5	Var	167,3°
Vaka 3	35/K	10 gün	Akut	2-3 cmH ₂ O	Anlamli bulgu yok	Normal — kriptojenik	SIH Kriptojenik	2	Yok	—
Vaka 4	57/K	~4 hafta	Yavaş	Ölçülmedi	Bilateral F-P-O subdural efüzyon	Post. epidural BOS (torakal); L2-3 osteofit ant. basi	SIH Tip 1 (L2-3 osteofit)	5	Var	141,5°
Vaka 5	59/K	~4 hafta	Yavaş	Ölçülmedi	Bilateral 14-16mm SDH (hematom)	Tam spinal BOS koleksiyonu (>10 vertebra)	SIH Kriptojenik (ağır)	7	Var	156,0°
Vaka 6*	52/K	Yıllar (nükseden)	Yavaş	Ölçülmedi	Slit ventrikül; brain sagging; pakimengeal kontrast; tonsiller herniasyon	C3-T5 ant. epidural BOS; BT miyel.: CVF D2 hemiazigos	SIH Tip 3 (CVF, D2)	9	Var	160,9°
Vaka 7*	52/K	Kronik nükseden	Yavaş	Ölçülmedi	Slit ventrikül; tonsiller herniasyon	CVF embolizasyonu sonrası Chiari + komünikan hidrosefali	Nüks SIH + sek. Chiari + hidrosefali	9	Var	160,9°
Vaka 8	37/K	1,5 yıl	Yavaş	Ölçülmedi	Spesifik kranyal bulgu yok	D10-L3 anterior epidural BOS kaçağı	SIH Tip 2 (rüptüre men. divertikül, torakolomber)	4	Var	—
Vaka 9	47/K	8 ay	Yavaş	Ölçülmedi	Spesifik kranyal bulgu yok	BT miyel.: C3-4 ant. geçiş; T2-STIR C6-D6 şüpheli BOS	SIH Kriptojenik (serv. BOS kaçağı şüphesi)	3	Var†	153,8°

SDH: subdural hematom/efüzyon; CVF: BOS-venöz fistül; CXA: klivokasial açı; VDI: venöz distansiyon işareti. *Vakalar 6 ve 7 aynı hastanın iki ayrı yatışını temsil etmektedir. †Vaka 9'da VDI şüpheli pozitif; görüntü kalitesi nedeniyle kesin değerlendirme yapılamamıştır.

Kantitatif Radyolojik Analiz

Ölçüm yapılabilen yedi hastada (Vakalar 1–5, 8–9) preoperatif PMA 27,4°–37,5° arasında dağıldı; tüm değerler normal referans aralığının (55–75°) ve Wu ve ark.'nın EKY yanıt eşiğinin ($\geq 40^\circ$)⁹ belirgin altındaydı. MPM 3,3–4,6 mm (normal ~9–12 mm), CXA 141,5°–167,3° arasında saptandı (Şekil 3). Venöz distansiyon işareti (VDİ) sekiz hastada (%88,9) pozitif. Postoperatif görüntüleme mevcut olan dört hastada (Vakalar 1, 2, 3, 9) en belirgin PMA artışı Vaka 3'te gözlemlendi (+17,4°); ancak hiçbir hastada normal referans aralığına ulaşamadı. Vaka 9'da üç ardışık EKY sonrasında klinik iyileşme elde edilmesine karşın PMA hafifçe geriledi (37,5°→34,6°). Tüm ölçümler Tablo 2 ve Tablo 3'te özetlenmiştir (Şekil 4).

Bern skoru, PMA ve etiyolojik alt tip arasında tutarlı kümelenme gözlemlendi: CVF olguları (Vakalar 6–7) en yüksek Bern skoru (9) ve ölçülemeyen PMA ile ağır fenotipi temsil ederken, kriptojenik olgu Vaka 3 en düşük Bern skorunu (2)



Şekil 2. A. Sağlıklı 27 yaş kadın (kontrol). Pontomezensefalik açının (PMA) ölçüm tekniği. Mid-sagittal T1 ağırlıklı görüntüde mesensefalon dorsal yüzeyi ile pons ventral yüzeyi arasında çizilen teğet çizgilerin kesişim açısı (mavi çizgiler) görülmektedir. Bu olguda ölçülen PMA 67° olup literatürde belirtilen 55-75° normal sınırları ile uyumludur. B. Sağlıklı 27 yaş kadın (kontrol). Mid-sagittal T1 ağırlıklı MRG kesitinde mamillopontin mesafe (MPM) ölçümü. Mamiller cismin inferior kenarı ile ponsun superior kenarı arasındaki en kısa vertikal mesafe (mavi ok) gösterilmektedir. Bu mesafe, intrakraniyal hipotansiyona bağlı gelişen orta beyin çökmesinin saptanmasında objektif bir kriterdir

Tablo 2. Preoperatif ve post-tedavi PMA, MPM ve CXA ölçümleri ile uygulanan tedaviler

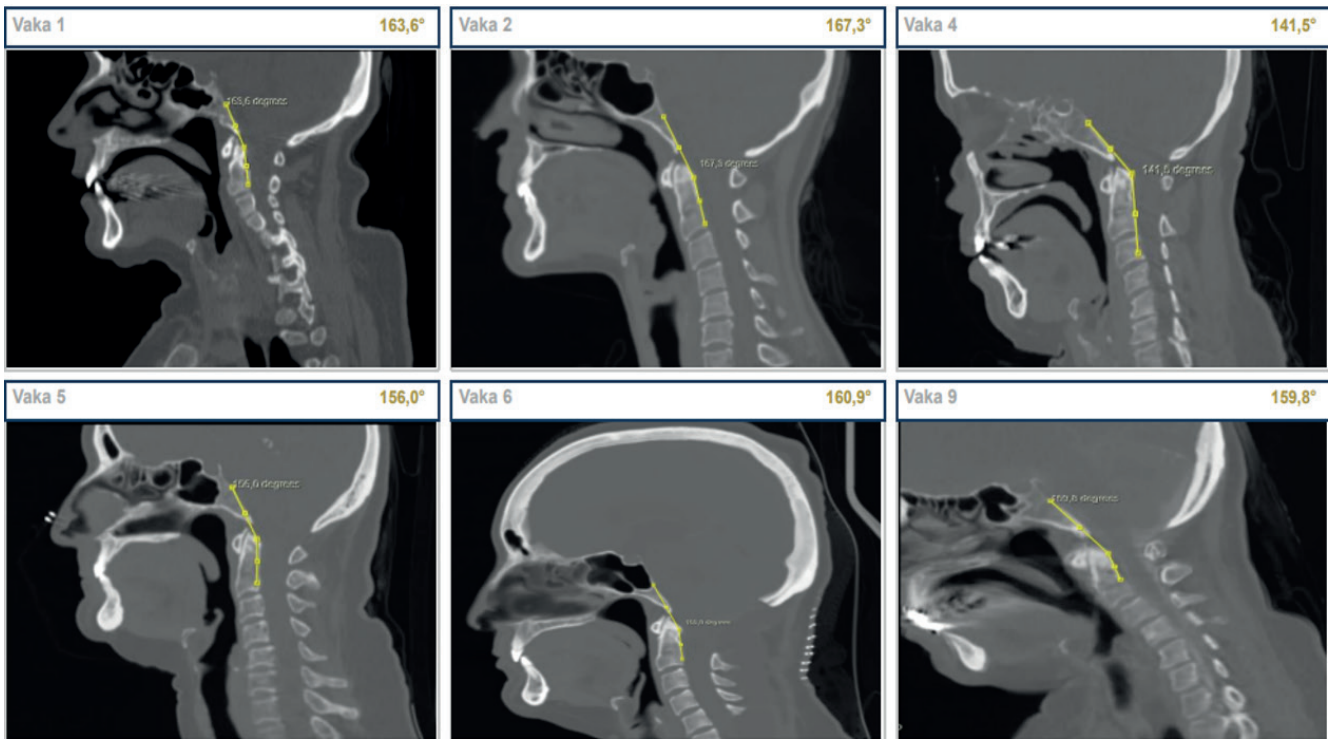
Vaka	PMA Preop (°)	PMA Postop (°)	Δ PMA	MPM Preop (mm)	MPM Postop (mm)	Δ MPM	CXA (°)	Uygulanan Tedavi
Vaka 1	32,5°	36,7°	+4,2°	5,1 mm	5,6 mm	+0,5 mm	163,6°	Cerrahi: sağ D2-3 hemilaminektomi + dural fistül kapatma (Tisseel + Duragen)
Vaka 2	27,4°	30,1°	+2,7°	3,3 mm	3,4 mm	+0,1 mm	167,3°	EKY ×1 (L4-5, kör)
Vaka 3	28,8°	46,2°	+17,4°	4,6 mm	6,4 mm	+1,8 mm	—	EKY ×3 (L3-4; L2-3×2, floroskopi)
Vaka 9	37,5°	34,6°	-2,9°	4,6 mm	5,1 mm	+0,5 mm	153,8°	EKY ×3 (L4×2; L3-4 20cc, skopi)
Vaka 4	31,7°	—	—	3,6 mm	—	—	141,5°	Cerrahi: L2-3 osteofit rezeksiyonu + Tisseel + Duragen duraplasi
Vaka 5	35,4°	—	—	3,8 mm	—	—	156,0°	EKY ×2 (lomber, kör) → bilateral F-P burr-hole drenajı
Vaka 8	27,6°	—	—	4,6 mm	—	—	—	EKY ×1 (L4-5, 20cc, floroskopi)
Vaka 6†	ÖY	ÖY	—	ÖY	ÖY	—	160,9°	EKY başarısız (dış merkez) → BT miyel. → DSA Onyx embolizasyonu (D2 hemiazigos)
Vaka 7†	ÖY	ÖY	—	ÖY	ÖY	—	160,9°	Suboksipital kraniyektomi + C1 arkusektomi + C6 laminektomi → V/P şant (Strata 1.5)

Δ: fark; —: post-tedavi görüntüleme mevcut değil; ÖY: ölçüm yapılamadı. †Vakalar 6 ve 7 aynı hastanın iki ayrı yatışını temsil etmektedir. Normal referans: PMA 55–75°; EKY yanıt eşiği $\geq 40^\circ$ (Wu ve ark.⁹); MPM normal ~9–12 mm; CXA normal $>135^\circ$.

Tablo 3. Prepontin ve suprasellar sisterna ölçümleri ile Bern skoru.

Vaka	Prepontin Preop (mm)	Prepontin Postop (mm)	Δ Prepontin	Suprasellar Preop (mm)	Suprasellar Postop (mm)	Δ Suprasellar	Bern Skoru
Vaka 1	3,3	3,2	-0,1	5,5	4,8	-0,7	6
Vaka 2	2,7	3,4	+0,7	1,0	1,1	+0,1	5
Vaka 3	3,2	4,0	+0,8	1,9	3,3	+1,4	2
Vaka 4	5,2	—	—	4,1	—	—	5
Vaka 8	2,7	—	—	1,8	—	—	4

Bern kriterleri: prepontin sisterna $\leq 6,5$ mm \rightarrow 1 puan; suprasellar sisterna $\leq 4,0$ mm \rightarrow 1 puan. —: post-tedavi görüntüleme mevcut değil. Vakalar 5, 6, 7 ve 9 için sisterna ölçümleri teknik olarak gerçekleştirilememiştir; bu vakalarda Bern skoru kalan parametreler (pakimeningeal kontrast tutulumu, VDİ, subdural sıvı koleksiyonu, hipofiz büyümesi) üzerinden hesaplanmıştır.

**Şekil 3.** Orta sagittal BT görüntülerinde preoperatif CXA ölçümleri (Vakalar 1, 2, 4, 5, 6, 9)

Sarı çizgiler ölçüm vektörlerini, sarı değerler açı büyüklüğünü göstermektedir. Vaka 3, 7 ve 8'e ait BT görüntüleri mevcut olmadığından bu vakalar figüre dahil edilmemiştir.

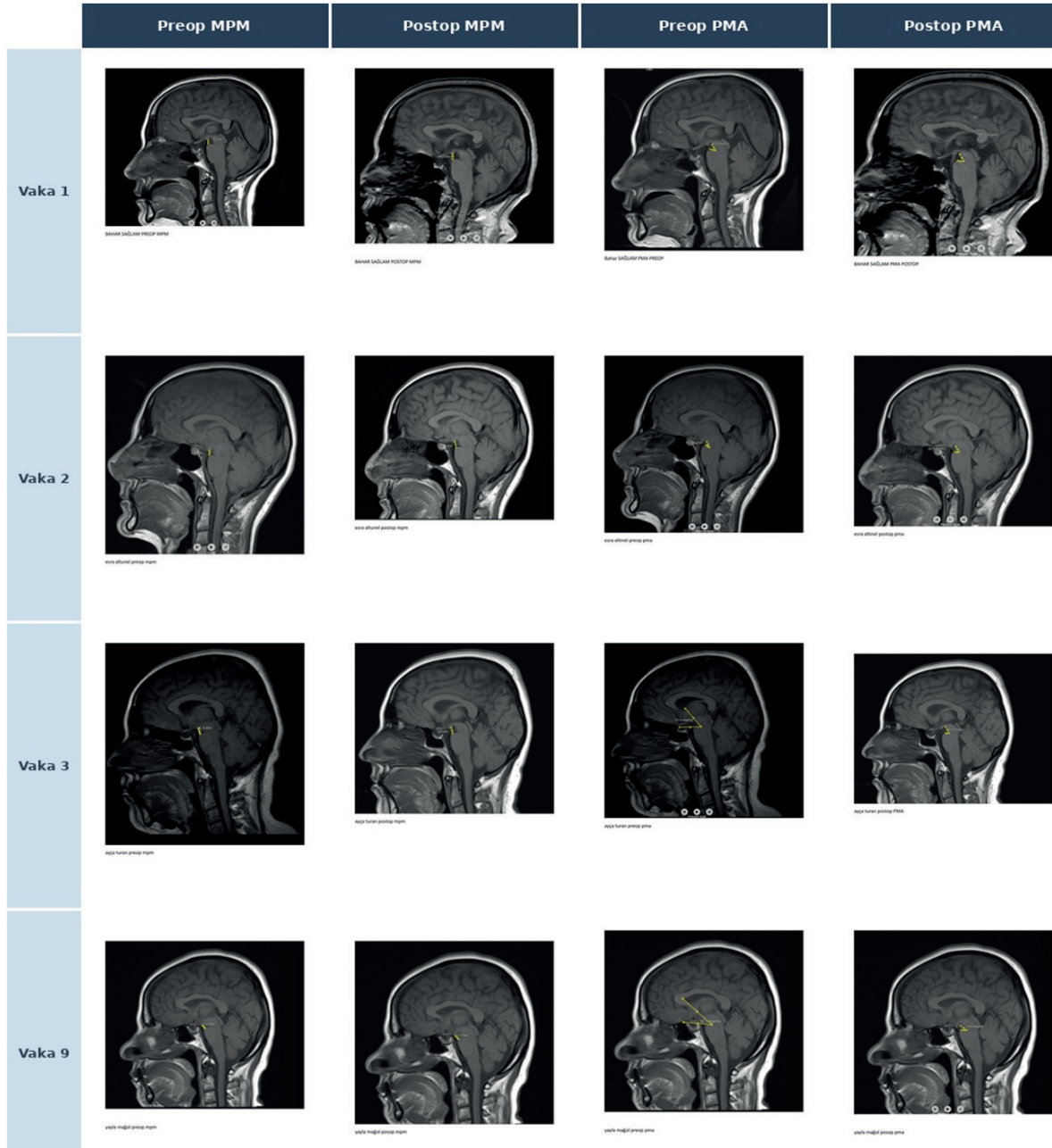
ve en belirgin radyolojik iyileşmeyi (%17,4° PMA artışı) gösterdi. İstatistiksel analiz özeti Tablo 4'te verilmektedir. Prepontin ve suprasellar sisterna ölçümleri Şekil 5'te sunulmaktadır.

Tedavi Modaliteleri ve Sonuçlar

Kohort tüm tedavi spektrumunu yansıtmaktadır: tek EKY (Vaka 2), ardışık EKY (Vakalar 3 ve 9), Tip

1 için primer dura tamiri (Vakalar 1 ve 4), EKY'den burr-hole drenajına ilerleyen yönetim (Vaka 5), endovasküler CVF embolizasyonu (Vaka 6) ve embolizasyon sonrası Chiari + hidrosefali için posterior fossa dekompresyonu + V/P şant (Vaka 7).

Dokuz hastanın sekizi (%88,9; %95 GA %52,0–%99,7) taburculukta tam yanıt bildirdi; Vaka



Şekil 4. Preoperatif ve post-tedavi sagittal T1 MRG görüntüleri: MPM ve PMA ölçümleri

Satırlar: A: Vaka 3 (kriptojenik), B: Vaka 1 (Tip 1, cerrahi), C: Vaka 2 (Tip 1, EKY). En belirgin iyileşme Vaka 3'te saptandı (PMA: 28,8° → 46,2°; Δ +17,4°). Vaka 9 için post-tedavi PMA gerilemiştir (37,5° → 34,6°); bkz. Tablo 2a.

8 kısmi yanıt ile taburcu edildi (göz ağrısı ve kulak basınç hissi devam etti). Clavien-Dindo Grade IV-V komplikasyon gelişmedi. Bir Grade IIIa komplikasyon kaydedildi (Vaka 5: sol bazilik

ven trombozu, konservatif yönetildi); Vaka 7'de geçici görme bozukluğu (Grade II) taburculuk öncesinde düzeldi. Tüm tedavi detayları Tablo 5'te özetlenmiştir.

Tablo 4. İstatistiksel analiz özeti. †Keşifsel nitelikte; n=4–9 çıkarımsal güç kısıtlıdır. %95 GA: Clopper-Pearson kesin yöntemi. EKY: epidural kan yaması

Analiz	Değişken / Grup	Sonuç / İstatistik	p	Etki büyüklüğü / Not
A. Wilcoxon İşaretli Sıra Testi — Preop vs. Postop (n=4: Vakalar 1, 2, 3, 9)				
Wilcoxon (ΔPMA)	Preop vs postop PMA (°)	Medyan Δ: +6,3° (CAA: +2,7–+17,4)	0,250†	r=0,50 (orta-büyük); n=4 güç kısıtlı
Wilcoxon (ΔMPM)	Preop vs postop MPM (mm)	Medyan Δ: +0,5 mm (CAA: +0,1–+1,8)	0,375†	r=0,37; n=4 güç kısıtlı
B. Spearman Korelasyonu — Bern Skoru ile Radyolojik Parametreler (n=7: Vakalar 1–5, 8–9)				
Spearman ρ (Bern–PMA)	Bern skoru – preop PMA	ρ=-0,64 (ters yönlü orta-güçlü)	0,118†	Bern arttıkça PMA düşüyor; klinik yönde anlamlı
Spearman ρ (Bern–MPM)	Bern skoru – preop MPM	ρ=-0,57 (ters yönlü orta)	0,178†	Bern arttıkça MPM kısıyor
C. Fisher Kesin Testi — Etiyolojik Alt Tip ile Klinik Yanıt				
Fisher kesin testi	Etiyolojik alt tip – tam yanıt (4×2)	Tip 1: 3/3; Tip 2: 0/1; Tip 3: 2/2; Kriptojenik: 3/3 tam	0,111†	Keşifsel; Tip 2 tek olgu sınırlı
D. Kesin %95 GA (Clopper-Pearson) — Klinik Sonuçlar				
Tam yanıt oranı	8/9 (%88,9); kesin %95 GA	%52,0–%99,7	—	Geniş GA küçük n yansıtır
EKY tam yanıt oranı	EKY alan 5 hastada 4/5 (%80,0)	Kesin %95 GA: %28,4–%99,5	—	Vakalar 2, 3, 5, 8, 9

†Keşifsel nitelikte; n=4–9 çıkarımsal güç kısıtlıdır. Etki büyüklüğü $r=Z/\sqrt{n}$; $r \geq 0,5$ büyük etki. Tüm analizler R v4.3 ile gerçekleştirilmiştir.

Tartışma

Bu dokuz hastalık vaka serisi, köklü biçimde farklı yönetim stratejileri gerektiren heterojen bir hastalık grubunu kapsamaktadır. Kranyal MRG değişikliklerinin şiddeti ne olursa olsun tedavi seçimi esas olarak SİH alt tipine göre yapılmalıdır.

EKY: Endikasyonlar ve Sınırlar

EKY, SİH'de en sık tercih edilen birinci basamak girişimdir; tek prosedür sonrasında hastaların yaklaşık %64'ünde yanıt sağlar¹⁵; tekrarlayan uygulamalarla bu oran %80'i aşabilmektedir.¹⁶ Bu seride EKY alan beş hastanın dördünde (%80) tam yanıt elde edildi. Vaka 2'de yaygın Tip 1 sızıntıya karşın tek EKY ile tam yanıt sağlanması, diffüz fenotipin lomber EKY'ye olumlu yanıt verebileceğini düşündürmektedir. Buna karşın Vaka 8, BOS kaçağının radyolojik olarak kaybolmasına rağmen rezidüel semptomların

devam ettiği EKY'ye kısmi yanıt örneğini oluşturmaktadır; bu durum EKY'nin serebral venöz basıncı akut artırarak geçici bir rebound fenomenine yol açabileceğini akla getirmektedir.

Tip 1 Osteofitik Sızıntı: Cerrahi Endikasyon

Vakalar 1 ve 4'te osteofitik bası nedeniyle EKY atlanarak direkt cerrahi tamir uygulandı ve her iki olguda tam iyileşme sağlandı. Belirgin anatomik bası varlığı, EKY denemesi yapılmadan direkt cerrahiye zorunlu kılmaktadır. Vaka 9'da C3-4 düzeyinde BOS kaçağı şüphesi BT miyelografi ile tam lokalize edilemedi; ardışık EKY ile klinik yanıt elde edilmesi bu olguyu kriptomjenik fenotip olarak konumlandırmaktadır, ancak uzun dönemde kesin defekt saptanması halinde hedefe yönelik tedavi yeniden gündeme gelebilir.

Tablo 5. Tüm hastaların tedavi modaliteleri, işlem detayları ve klinik sonuçlar

Vaka	Tedavi Modalitesi	EKY n	EKY Seviyesi	Kılavuzlama	Taburculukta Sonuç	Komplikasyon	Clavien-Dindo	CXA (°)
Vaka 1	Cerrahi: sağ D2-3 hemilaminektomi + dural fistül kapatma	0	—	—	Tam klinik yanıt	Yok	Grade 0	163,6°
Vaka 2	Tek EKY (L4-5)	1	L4-5	Kör (direnc kaybı)	Tam klinik yanıt	Yok	Grade 0	167,3°
Vaka 3	Üç ardışık EKY (L3-4; L2-3×2)	3	L3-4; L2-3	Floroskopi	Tam klinik yanıt	Yok	Grade 0	—
Vaka 4	Cerrahi: L2-3 osteofit rezeksiyonu + Tisseel + Duragen	0	—	—	Tam klinik yanıt	Yok	Grade 0	141,5°
Vaka 5	EKY ×2 (lomber) → bilateral F-P burr-hole drenajı	2	Lomber ×2	Kör	Tam klinik yanıt	Sol bazilik ven trombozu (6 cm)	Grade IIIa	156,0°
Vaka 6	BT miyel. → DSA Onyx embolizasyonu (D2 hemiazigos)	0*	—	—	Tam klinik yanıt	Yok	Grade 0	160,9°
Vaka 7	Suboksipital kraniyektomi + C1 arkusektomi + C6 laminektomi → V/P şant	0	—	—	Tam klinik yanıt	Geçici görme bozukluğu (düzeldi)	Grade II	160,9°
Vaka 8	Tek EKY (L4-5, 20cc)	1	L4-5	Floroskopi	Kısmi yanıt (göz ağrısı, kulak basınç devam)	Yok	Grade 0	—
Vaka 9	Üç ardışık EKY (L4×2; L3-4 20cc, skopi)	3	L4; L4; L3-4	Floroskopi	Tam klinik yanıt	Yok	Grade 0	153,8°

EKY: epidural kan yaması; CVF: BOS-venöz fistül; DSA: dijital substraksiyon anjiyografi; V/P: ventriküloperitoneal şant; CXA: klivoksial açı. *Vaka 6 başvurusu öncesinde dış merkezde başarısız EKY uygulanmıştır.

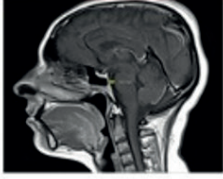
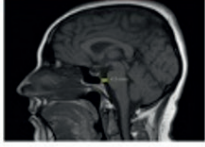
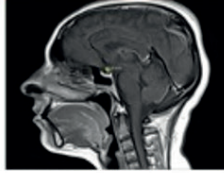
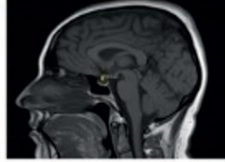
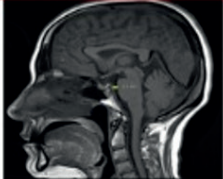
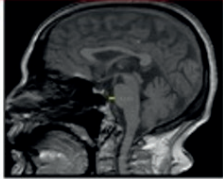
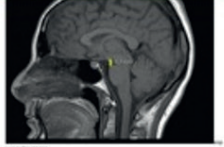
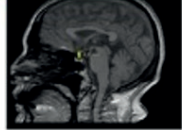
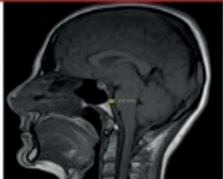
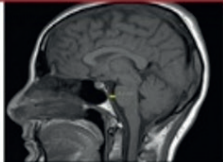
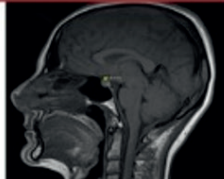
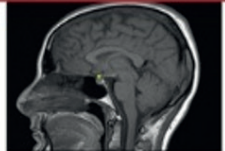
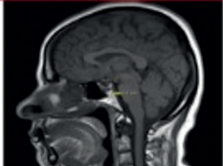
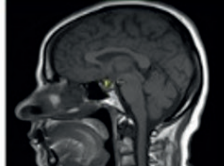
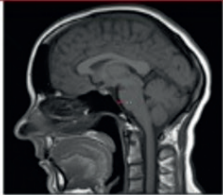
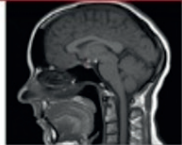
Tip 3 CVF: Embolizasyon ve Rebound

Vakalar 6 ve 7 (aynı hasta, iki yatış) CVF yönetiminin iki kritik ilkesini örnelemektedir. İlk yatışta dış merkezlerdeki EKY denemelerine yanıtız Bern 9 olgu, BT miyelografi ile D2 hemiazigos CVF'si olarak tanımlanarak başarılı DSA embolizasyonu (Onyx) ile tedavi edildi; Pre- ve post-embolizasyon MRG görüntüleri Şekil 6'da sunulmaktadır.^{17,18} İkinci yatışta embolizasyon sonrası rebound intrakraniyal hipertansiyon, sekonder Chiari morfolojisi ve komünikan hidrosefali gelişti; posterior fossa dekompresyonu ve V/P şant gereksinimi oldu. Bu komplikasyon CVF tedavisi

sonrasında aktif radyolojik izlemin kritik önemini vurgulamaktadır.

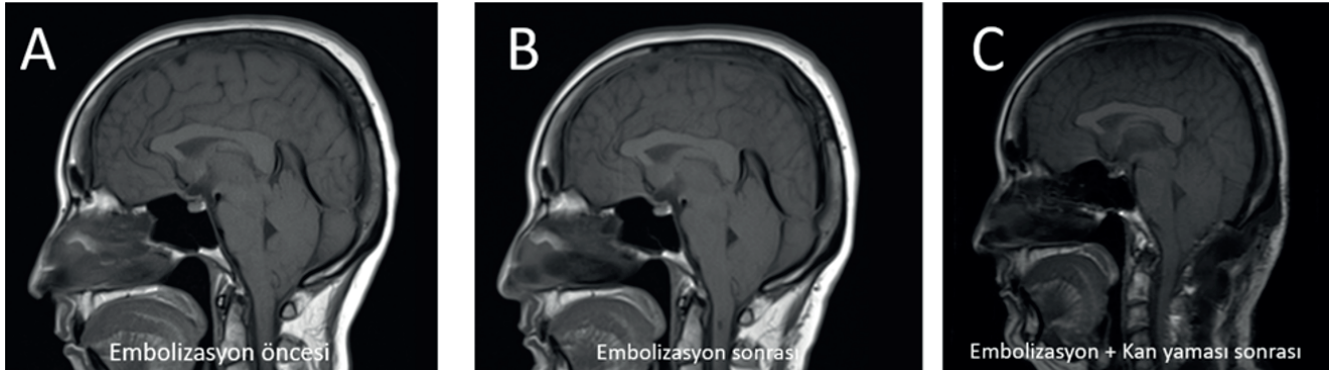
Önerilen Tedavi Algoritması

Bu bulgular ve mevcut literatür ışığında etiyolojik alt tipe dayalı basamaklı bir yönetim çerçevesi önerilmektedir (Şekil 7). Algoritma, Schievink sınıflamasını karar düğümü olarak kullanan altı aşamalı bir akışı temsil etmektedir: tanısal görüntülemenin standartlaştırılmasından başlayarak Tip 1 için cerrahi, Tip 2 ve kriptonjenik olgular için EKY, Tip 3 CVF için ise EKY gecikmeksizin endovasküler embolizasyonu

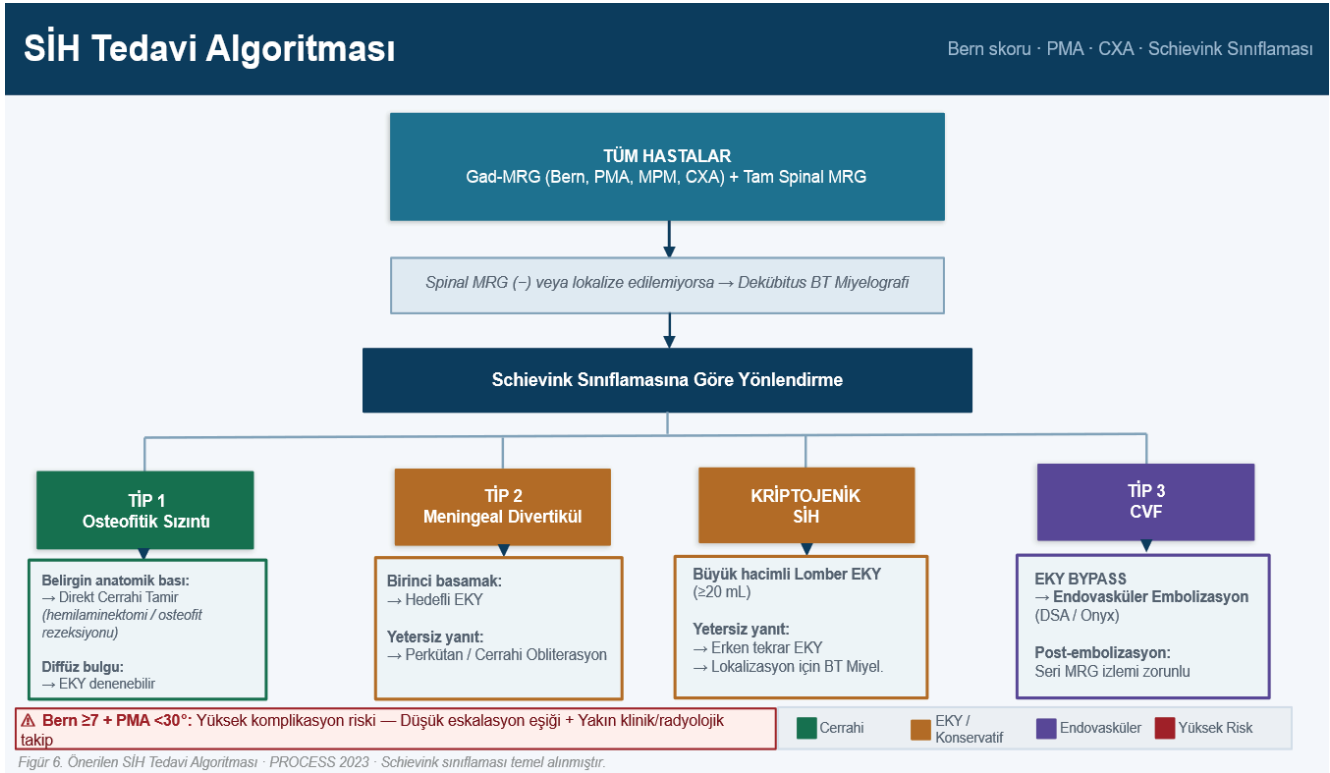
	Preop Preontin	Postop Preontin	Preop Suprasellar	Postop Suprasellar
Vaka 3 Kriptojenik Bern 2	 Preop 3,2 mm	 Postop 4,0 mm	 Preop 1,9 mm	 Postop 3,3 mm
Vaka 1 Tip 1 Cerrahi	 Preop 3,3 mm	 Postop 3,2 mm	 Preop 5,5 mm	 Postop 4,8 mm
Vaka 2 Tip 1 EKY ×1	 Preop 2,7 mm	 Postop 3,4 mm	 Preop 1,0 mm	 Postop 1,1 mm
Sadece preoperatif görüntülemesi mevcut: Vakalar 4, 8 (Postop sütunlar N/A)				
Vaka 4 Tip 1 Cerrahi	 Preop 5,2 mm	N/A	 Preop 4,1 mm	N/A
Vaka 8 Tip 2 EKY ×1	 Preop 2,7 mm	N/A	 Preop 1,8 mm	N/A

Şekil 5. Preop ve postop sagittal T1 MRG görüntülerinde preontin ve suprasellar sisterna ölçümleri

Satırlar: A: Vaka 3, B: Vaka 1, C: Vaka 2. Kırmızı çerçeve Bern eşik altı değerleri (preontin $\leq 6,5$ mm, suprasellar $\leq 4,0$ mm); yeşil çerçeve normal sınır. Bern eşikleri: Dobrocky ve ark., JAMA Neurol 2019.



Şekil 6. Vaka 6 sagittal T1 MRG görüntüleri: A: embolizasyon öncesi ileri düzeyde brain sagging ve slit ventrikül. B: CVF embolizasyonu sonrası kısmi düzelme. C: Anatomik distorsiyon nedeniyle PMA ve MPM ölçümü yapılamamıştır



Şekil 7. Önerilen SİH Tedavi Algoritması.

Schievink sınıflamasına dayalı basamaklı yönetim çerçevesi. Renk kodlaması tedavi modalitesini yansıtmaktadır: yeşil, belirgin anatomik basının eşlik ettiği Tip 1 osteofitik sızıntıda direkt cerrahi tamir endikasyonunu; turuncu, EKY'nin birinci basamak tedavi olarak uygulandığı durumları (diffüz bulgulu Tip 1, Tip 2 rüptüre meningeal divertikül ve kriptojenik SİH) ve mor, EKY'ye yanıtız Tip 3 BOS-venöz fistülde endovasküler embolizasyonu göstermektedir. Uyarı bandı: Bern skoru ≥7 ile PMA <30° birlikteliği yüksek komplikasyon riskini ve düşük eskalasyon eşiğini işaret etmektedir. EKY: epidural kan yaması; CVF: BOS-venöz fistül; DSA: dijital substraksiyon anjiyografi; BT Miyel.: bilgisayarlı tomografi miyelografisi; PMA: pontomezensefalik aç; MPM: mamillopontin mesafe; CXA: klivo-aksiyal aç

önermektedir. Bern skoru ≥ 7 ile PMA $< 30^\circ$ birlikteliği, düşük eskalasyon eşiği ve yakın izlem gerektiren yüksek riskli grubu tanımlamaktadır.

1. Tüm hastalarda gadolinyumlu kranyal MRG (Bern, PMA, MPM, CXA) + tam spinal MRG. Spinal MRG negatif veya lokalizasyon dışıysa dekübitus BT miyelografi.
2. Tip 1 osteofitik sızıntı: Belirgin anatomik bası → direkt cerrahi; diffüz bulgu → EKY denenebilir.
3. Tip 2 rüptüre meningeal divertikül: Hedefli EKY birinci basamak; yetersiz yanıtta perkütan/cerrahi obliterasyon.
4. Kriptojenik veya lokalize edilemeyen sızıntı: Büyük hacimli lomber EKY (≥ 20 mL); yetersiz yanıtta erken tekrar.
5. Tip 3 CVF: EKY gecikmesi olmaksızın endovasküler embolizasyon veya cerrahi oklüzyon. Post-embolizasyonda seri MRG zorunlu.
6. Bern ≥ 7 + PMA $< 30^\circ$: Yüksek komplikasyon riski; düşük eskalasyon eşiği ve yakın takip.

Çalışmanın Sınırlılıkları

Retrospektif tasarım ve küçük örneklem (n=9) bu çalışmanın temel kısıtlılıklarıdır. EKY hacimleri bazı olgularda doğrulanamamış; kantitatif MRG ölçümleri tek araştırmacı tarafından yapılmıştır (interrater güvenilirlik analizi yoktur). Serideki tüm hastaların kadınlardan oluşması, Tip 2 grubunda yalnızca tek olgu bulunması ve Tip 3 CVF grubunun aynı bireyin iki yatışından oluşması genellenebilirliği kısıtlamaktadır. Yapılandırılmış hasta temelli sonuç ölçütleri (HIT-6, PGIC) prospektif toplanmamış; uzun dönem takip yalnızca bir alt küme için mevcuttur.

Sonuç

Bu dokuz hastalık ardışık vaka serisi SİH yönetiminin altta yatan sızıntı etiyojisine göre basamaklandırılması gerektiğini ortaya

koymaktadır. Bern skoru, PMA ve CXA değerleri etiyojik alt tip ve tedavi karmaşıklığıyla tutarlı biçimde örtüşmekte; bu parametreler standart klinik değerlendirmeye ek bir karar destek aracı olarak kullanılabilir. Kriptojenik SİH fenotipi (Bern 2, normal spinal MRG, LP basıncı < 5 cmH₂O) erken tedaviyle tam yanıt elde edilebilen özgün bir alt grubu temsil etmektedir. CVF olgusundaki tam trajektori — embolizasyon, rebound hipertansiyon, sekonder Chiari + hidrosefali — basınç dinamiklerinin embolizasyon sonrasında aktif radyolojik izlem gerektirdiğini vurgulamaktadır. Prospektif çok merkezli kayıtlar ve standardize görüntüleme protokolleri, SİH alanında daha yüksek kanıt düzeyli araştırmaları mümkün kılacaktır.

Etik kurul onayı

Bu çalışma retrospektif bir tasarıma sahip olduğundan, insan katılımcılardan doğrudan veri toplanmamış ve müdahale gerçekleştirilmemiştir; bu nedenle etik kurul onayı alınmamıştır.

Yazarlık katkısı

Çalışma konsepti ve tasarımı: DA, EA; veri toplama: DA, EA, İYU; sonuçların analizi ve yorumlanması: DDB, TCU, PAS, YA; makaleyi hazırlama: DA, EA, İYU. Yazar(lar) sonuçları gözden geçirmiş ve makalenin son halini onaylamıştır.

Finansman

Yazar(lar), çalışmanın herhangi bir finansal destek almadığını beyan etmiştir.

Çıkar çatışması

Yazar(lar) herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmiştir.

Ethical approval

This study has a retrospective design, so no data was collected directly from human participants and no intervention was performed; therefore, ethics committee approval was not obtained.

Author contribution

Study conception and design: DA, EA; data collection: DA, EA, İYU; analysis and interpretation of results: DDB, TCU, PAS, YA; draft manuscript preparation: DA, EA, İYU. The author(s) reviewed the results and approved the final version of the article.

Source of funding

The authors declare the study received no funding.

Conflict of interest

The authors declare that there is no conflict of interest.

Kaynakça

- Schievink WI. Spontaneous spinal cerebrospinal fluid leaks and intracranial hypotension. *JAMA* 2006; 295: 2286-2296. [\[Crossref\]](#)
- Mokri B. Spontaneous intracranial hypotension. *Curr Neurol Neurosci Rep* 2001; 1: 109-117. [\[Crossref\]](#)
- Schievink WI. Spontaneous intracranial hypotension. *N Engl J Med* 2021; 385: 2173-2178. [\[Crossref\]](#)
- Kranz PG, Tanpitukpongse TP, Choudhury KR, Amrhein TJ, Gray L. How common is normal cerebrospinal fluid pressure in spontaneous intracranial hypotension? *Cephalalgia* 2016; 36: 1209-1217. [\[Crossref\]](#)
- D'Antona L, Jaime Merchan MA, Vassiliou A, et al. Clinical presentation, investigation findings, and treatment outcomes of spontaneous intracranial hypotension syndrome: a systematic review and meta-analysis. *JAMA Neurol* 2021; 78: 329-337. [\[Crossref\]](#)
- Schievink WI, Maya MM, Jean-Pierre S, Nuño M, Prasad RS, Moser FG. A classification system of spontaneous spinal CSF leaks. *Neurology* 2016; 87: 673-679. [\[Crossref\]](#)
- Dobrocky T, Grunder L, Breiding PS, et al. Assessing spinal cerebrospinal fluid leaks in spontaneous intracranial hypotension with a scoring system based on brain magnetic resonance imaging findings. *JAMA Neurol* 2019; 76: 580-587. [\[Crossref\]](#)
- Amrhein TJ, Williams JW, Gray L, et al. Efficacy of epidural blood patching or surgery in spontaneous intracranial hypotension: a systematic review and evidence map. *AJNR Am J Neuroradiol* 2023; 44: 730-739. [\[Crossref\]](#)
- Wu JW, Hseu SS, Fuh JL, et al. Factors predicting response to the first epidural blood patch in spontaneous intracranial hypotension. *Brain* 2017; 140: 344-352. [\[Crossref\]](#)
- Mathew G, Sohrabi C, Franchi T, et al. Preferred reporting of case series in surgery (PROCESS) 2023 guidelines. *Int J Surg* 2023; 109: 3760-3769. [\[Crossref\]](#)
- Cheema S, Anderson J, Angus-Leppan H, et al. Headache classification committee of the International Headache Society (IHS) the international classification of headache disorders, 3rd edition. *Cephalalgia* 2018; 38 :1-211. [\[Crossref\]](#)
- Multidisciplinary consensus guideline for the diagnosis and management of spontaneous intracranial hypotension. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2023; 94: 835-843. [\[Crossref\]](#)
- Farb RI, Forghani R, Lee SK, Mikulis DJ, Agid R. The venous distension sign: a diagnostic sign of intracranial hypotension at MR imaging of the brain. *AJNR Am J Neuroradiol* 2007; 28: 1489-1493. [\[Crossref\]](#)
- Clavien PA, Barkun J, de Oliveira ML, et al. The Clavien-Dindo classification of surgical complications: five-year experience. *Ann Surg* 2009; 250: 187-196. [\[Crossref\]](#)
- D'Antona L, Jaime Merchan MA, Vassiliou A, et al. Clinical presentation, investigation findings, and treatment outcomes of spontaneous intracranial hypotension syndrome: a systematic review and meta-analysis. *JAMA Neurol* 2021; 78: 329-337. [\[Crossref\]](#)
- Uppal V, Russell R, Sondekoppam RV, et al. Evidence-based clinical practice guidelines on postdural puncture headache: a consensus report from a multisociety international working group. *Reg Anesth Pain Med* 2024; 49: 471-501. [\[Crossref\]](#)
- Duvall JR, Robertson CE, Cutsforth-Gregory JK, Carr CM, Atkinson JL, Garza I. Headache due to spontaneous spinal cerebrospinal fluid leak secondary to cerebrospinal fluid-venous fistula: case series. *Cephalalgia* 2019; 39: 1847-1854. [\[Crossref\]](#)
- Brinjikji W, Savastano LE, Atkinson JLD, Garza I, Farb R, Cutsforth-Gregory JK. A novel endovascular therapy for csf hypotension secondary to csf-venous fistulas. *AJNR Am J Neuroradiol* 2021; 42: 882-887. [\[Crossref\]](#)

Ventriküler sistem patolojilerinde cerrahi girişim gerektiren olguların etiyolojik spektrumu ve klinik özellikleri: Tek merkezli retrospektif analizventriküler cerrahi serisi

Etiological spectrum and clinical characteristics of cases requiring surgical intervention in ventricular system pathologies: A single-center retrospective analysis - Ventricular Surgery Series

Burcu Göker¹, Ömer Batu Hergünel¹, Aziz Hüseyin Baysa¹, Merve Nur Ağır¹

¹Department of Neurosurgery, Şişli Etfal Training and Research Hospital, University of Health Sciences, İstanbul, Türkiye

öz

Amaç: Ventriküler sistem patolojileri, hidrosefali, ventrikülit ve intraventriküler obstrüktif lezyonlar gibi geniş bir klinik spektrumu kapsamakta olup sıklıkla cerrahi girişim gerektiren kompleks durumlar oluşturmaktadır. Bu çalışmada, ventriküler cerrahi girişim uygulanan olguların etiyolojik dağılımı, cerrahi endikasyonları ve klinik özelliklerinin değerlendirilmesi amaçlandı.

Gereç ve Yöntem: Bu retrospektif çalışmada, tek merkezde ventriküler sistem patolojileri nedeniyle Temmuz 2020 – Mart 2026 tarihleri arasında gerçekleştirilen toplam 51 cerrahi girişim incelenmiş olup bu girişimler 39 hastaya aittir. Olgular etiyolojik nedenlere göre sınıflandırıldı.

Bulgular: Cerrahi endikasyonlar değerlendirildiğinde, en sık nedenin tümör ilişkili obstrüktif patolojiler olduğu (%23.5) saptandı. Bunu şant disfonksiyonu (%19.6) ve enfeksiyon (%17.6) izlemekteydi. Hastaların yaş ortalaması 10.2±14.0 yıl olup, medyan yaş 3.0 yıl (aralık: 0.25–46 yıl) olarak saptandı. Olguların önemli bir kısmında birden fazla cerrahi girişim gereksinimi olduğu gözlemlendi.

Sonuç: Ventriküler sistem patolojileri heterojen etiyolojiye sahip olup sıklıkla tekrarlayan cerrahi müdahaleler gerektiren kompleks klinik tablolar oluşturmaktadır. Hasta yönetiminde etiyolojik faktörlerin doğru değerlendirilmesi kritik öneme sahiptir.

Anahtar kelimeler: hidrosefali, ventrikülit, şant disfonksiyonu, ventriküler cerrahi, nöroendoskopi

✉ Burcu Göker • mselimsahin01@gmail.com

Geliş tarihi / Received: 24.03.2026 **Kabul tarihi / Accepted:** 29.03.2025 **Yayın tarihi / Published:** 30.04.2026

Telif hakkı © 2026 Yazar(lar). Sinir Sistemi Cerrahisi Derneği tarafından yayımlandı. Açık erişimli bu makale, orijinal çalışmaya uygun şekilde atıfta bulunulması koşuluyla, herhangi bir ortamda veya formatta sınırsız kullanım, dağıtım ve çoğaltmaya izin veren [Creative Commons Atıf Lisansı \(CC BY\)](#) ile dağıtılmıştır.

Copyright © 2026 The Author(s). Published by Nervous System Surgery Society. This is an open access article distributed under the [Creative Commons Attribution License \(CC BY\)](#), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium or format, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT

Objective: Ventricular system pathologies encompass a broad and heterogeneous spectrum, including hydrocephalus, ventriculitis, and intraventricular obstructive lesions, often requiring surgical intervention. This study aimed to evaluate the etiological spectrum, surgical indications, and clinical characteristics of patients undergoing ventricular surgical procedures.

Methods: In this retrospective single-center study, a total of 51 ventricular surgical procedures performed between July 2020 and March 2026 were analyzed. Repeated interventions were consolidated under individual patients, and analyzed at both procedure level (51 surgeries) and patient level (39 patients). The mean age was 10.2 ± 14.0 years, with a median of 3.0 years (range: 0.25–46). Demographic data, underlying diagnoses, surgical indications, and etiological factors were systematically reviewed and classified.

Results: The most common surgical indication was tumor-related obstructive pathology (23.5%), followed by shunt dysfunction (19.6%) and infection (17.6%). Congenital anomalies and cystic lesions were less frequently observed. A substantial proportion of patients required multiple surgical interventions, reflecting the chronic and dynamic nature of ventricular system pathologies.

Conclusion: Ventricular system pathologies represent complex clinical entities with heterogeneous etiologies and a high likelihood of requiring repeated surgical interventions. Accurate etiological assessment is essential for optimal patient management and may contribute to improved treatment strategies in this challenging patient population.

Keywords: ventricular system, hydrocephalus, ventriculitis, shunt dysfunction, neurosurgery, neuroendoscopy

Giriş

Ventriküler sistem patolojileri, serebrospinal sıvı (BOS) dolaşımının bozulmasına bağlı olarak gelişen ve geniş bir klinik spektrumu kapsayan nöroşirürjik hastalık grubunu oluşturmaktadır. Bu patolojiler arasında hidrosefali, ventrikülit ve intraventriküler yerleşimli kitle ya da kistik lezyonlar yer almakta olup çoğu zaman birbirleriyle ilişkili şekilde ortaya çıkmaktadır.^{1,2}

Hidrosefali tedavisinde ventriküloperitoneal şant uygulamaları uzun yıllardır temel yaklaşım olmakla birlikte, şant disfonksiyonu ve enfeksiyon gibi komplikasyonlar önemli klinik sorunlar oluşturmaktadır.³ Özellikle ventrikülit, invaziv nöroşirürjik girişimler sonrasında gelişebilen ve ciddi morbidite ile ilişkili bir komplikasyondur.⁴

Son yıllarda nöroendoskopik tekniklerin gelişmesiyle birlikte ventriküler sistem patolojilerinin yönetiminde minimal invaziv yaklaşımlar daha yaygın kullanılmaya başlanmıştır. Bununla birlikte gerçek klinik

pratikte hastalar sıklıkla tek bir patoloji ile değil, birden fazla eşlik eden durum ile başvurmaktadır.

Bu çalışmada, ventriküler sistem patolojileri nedeniyle cerrahi girişim uygulanan olguların etiyolojik dağılımı ve klinik özelliklerinin bütüncül olarak değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Literatürde ventriküler sistem patolojileri çoğunlukla tek bir hastalık grubu üzerinden incelenmiş olup bu patolojilerin etiyolojik çeşitliliğini ve cerrahi gereksinimlerini bütüncül olarak değerlendiren çalışmalar sınırlıdır. Bu çalışma, farklı etiyolojilere sahip ventriküler sistem patolojilerini tek bir çatı altında inceleyerek klinik pratiğe daha kapsamlı bir bakış açısı sunmayı amaçlamaktadır.

Gereç Ve Yöntem**Çalışma Tasarımı ve Hasta Popülasyonu**

Bu çalışma retrospektif ve tek merkezli olarak planlandı. Şişli Etfal EAH Nöroşirürji Kliniği'nde

Temmuz 2020 – Mart 2026 tarihleri arasında ventriküler sistem patolojileri nedeniyle gerçekleştirilen toplam 51 cerrahi girişim toplam 39 olgu incelendi. Analizler hasta bazlı olarak gerçekleştirilmiş, tekrarlayan girişimler ayrıca değerlendirilmiştir.

Analiz Yöntemi

Tekrarlayan cerrahi girişimler aynı hastalar altında birleştirilerek analizler yaklaşık 39 benzersiz hasta üzerinden hasta bazlı olarak gerçekleştirildi.

Değerlendirilen Parametreler

- Demografik veriler
- Klinik tanı
- Cerrahi endikasyon
- Uygulanan cerrahi girişimler
- Etiyolojik faktörler
- Etiyolojik Sınıflama
- Tümör ilişkili obstrüksiyon
- Şant disfonksiyonu
- Enfeksiyon (ventrikülit)
- Konjenital anomaliler
- Kistik lezyonlar
- Diğer

Bu çalışmada analizler iki düzeyde gerçekleştirildi:

1. Prosedür bazlı analiz (n=51 cerrahi)
2. Hasta bazlı analiz (n=39 hasta)

Tekrarlayan girişimler hasta bazlı analizlerde tekil hasta altında değerlendirilmiştir.

İstatistiksel Analiz

Tanımlayıcı istatistiksel yöntemler kullanıldı. İstatistiksel analizde tanımlayıcı yöntemlere ek olarak, kategorik değişkenler arasındaki ilişkiler ki-kare veya uygun durumlarda Fisher exact

test kullanılarak değerlendirildi. İstatistiksel anlamlılık $p < 0.05$ olarak kabul edildi.

Bulgular

Toplam 51 cerrahi girişim ve 39 hasta analiz edildi. Hastaların yaş ortalaması 10.2 ± 14.0 yıl olup, medyan yaş 3.0 yıl (aralık: 0.25–46 yıl) olarak saptandı. Yaş dağılımının geniş ve sağa çarpık olması, hasta grubunun heterojen yapısını ortaya koymaktadır (Tablo 1).

En sık cerrahi endikasyon tümör ilişkili obstrüktif patolojiler (%23.5) olarak belirlendi. Bu olgularda özellikle üçüncü ventrikül ve periventriküler lokalizasyonlu lezyonların BOS akımını bozarak hidrocefali gelişimine yol açtığı gözlemlendi.

İkinci sıklıkta şant disfonksiyonu (%19.6) yer almakta olup, bu hastalarda revizyon cerrahileri ve geçici ventriküler drenaj uygulamaları dikkat çekti.

Enfeksiyon ilişkili olgular (%17.6), ventrikülit ve intraventriküler inflamasyon ile karakterize olup sıklıkla tekrarlayan cerrahi girişim gerektiren kompleks bir hasta grubunu oluşturdu.

Konjenital anomaliler (%9.8) ve kistik lezyonlar (%5.9) daha düşük oranlarda izlenmiş olmakla birlikte, bu hastalarda uzun dönemli takip ve tekrar girişim gereksinimi dikkat çekti.

Olguların önemli bir kısmında birden fazla cerrahi girişim uygulanmış olup, bu durum ventriküler sistem patolojilerinin kronik ve tekrarlayıcı

Tablo 1. Cerrahi endikasyonlara göre etiyolojik dağılım

Etiyoloji	n	%
Tümör ilişkili obstrüksiyon	12	23.5
Şant disfonksiyonu	10	19.6
Enfeksiyon	9	17.6
Konjenital anomaliler	5	9.8
Kistik lezyonlar	3	5.9
Diğer	3	5.9

doğasını ortaya koymaktadır. Olguların etiyolojik dağılımı Şekil 1’de grafiksel olarak gösterilmiştir.

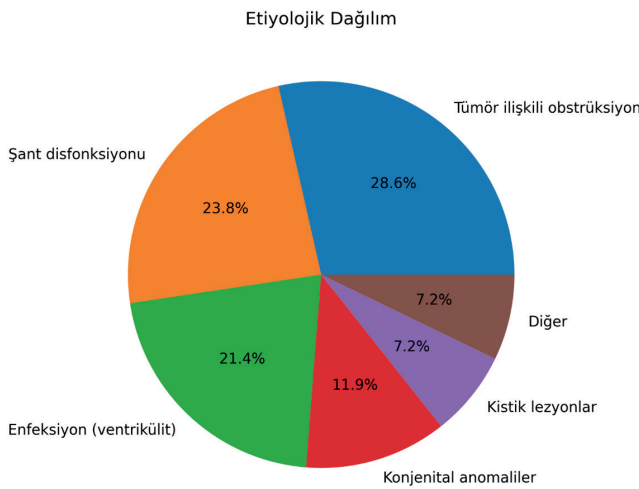
Tekrarlayan Cerrahi Girişimler

Ventriküler sistem patolojilerinin kronik ve dinamik doğası nedeniyle, olguların önemli bir kısmında birden fazla cerrahi girişim uygulandığı gözlemlendi. Tekrarlayan girişimler çoğunlukla şant disfonksiyonu, enfeksiyon gelişimi ve ventriküler drenaj ihtiyacının devam etmesi ile ilişkilidir.

Bu durum özellikle enfeksiyon ilişkili olgularda ve şant bağımlı hastalarda daha belirgin olup, tedavi sürecinin çoğu zaman aşamalı ve uzun dönemli bir yaklaşım gerektirdiğini göstermektedir.

Analitik Bulgular

Etiyolojik gruplar ile tekrarlayan cerrahi gereksinimi arasında anlamlı bir ilişki saptandı ($p=0,05$). Özellikle enfeksiyon ve şant disfonksiyonu grubunda tekrar cerrahi oranı daha yüksek bulundu (Tablo 2).



Şekil 1. Ventriküler cerrahi girişim gerektiren olguların etiyolojik dağılımı

Tartışma

Çalışmamızda elde edilen düşük medyan yaş ile birlikte geniş yaş aralığı, ventriküler sistem patolojilerinin özellikle pediatrik popülasyonda daha sık görülmekle birlikte erişkin yaş grubunu da kapsayan geniş bir klinik spektruma sahip olduğunu göstermektedir. Ayrıca yaş dağılımının sağa çarpık olması, ileri yaş grubundaki olguların sınırlı sayıda olmasına rağmen ortalamayı belirgin şekilde etkilediğini ortaya koymaktadır. Bu durum, benzer serilerde medyan değerini daha anlamlı bir gösterge olabileceğini desteklemektedir. Çalışmamızın uzun bir zaman dilimini kapsaması, elde edilen verilerin klinik pratiği yansıtmaya gücünü artırmaktadır.

Bu çalışma, ventriküler sistem patolojilerinin klinik pratikte çoğunlukla birden fazla patolojik sürecin etkileşimi sonucu ortaya çıktığını göstermektedir. Özellikle hidrosefali, enfeksiyon ve obstrüktif lezyonların birlikte bulunması, hasta yönetimini karmaşık hale getirmektedir.

Şant disfonksiyonu ve enfeksiyon, ventriküler cerrahinin en önemli komplikasyonları arasında yer almakta olup, literatürde bu durumların yüksek morbidite ve tekrar cerrahi gereksinimi ile ilişkili olduğu bildirilmiştir.³⁻⁶ Çalışmamızda bu iki etiyolojinin yüksek oranda görülmesi, gerçek yaşam pratiği ile uyumludur.

Tümör ilişkili olguların belirgin oranı, ventriküler sistemin orta hat lezyonlarına karşı hassasiyetini göstermektedir. Bu hastalarda cerrahi yaklaşım çoğu zaman hem tanısal hem terapötik amaç taşımaktadır.

Tablo 2. Demografik özellikler

Parametre	Değer
Hasta sayısı	39
Ortalama yaş	10.2±14.0 yıl
Medyan yaş	3 yıl
Yaş aralığı	0.25–46 yıl

Enfeksiyon ilişkili olgular, ventrikülitin invaziv girişimler sonrası gelişen ciddi bir komplikasyon olduğunu ortaya koymaktadır. Bu hastalarda tedavi sürecinin uzaması ve tekrarlayan girişim gereksinimi dikkat çekmektedir.⁴⁻⁷

Bu çalışmanın önemli bir bulgusu, cerrahi girişim sayısının hasta sayısından belirgin şekilde yüksek olmasıdır. Bu durum ventriküler sistem patolojilerinin kronik ve tekrarlayıcı doğasını göstermektedir.

Son yıllarda yapılan çalışmalar, ventrikülit ve ventriküler sistem enfeksiyonlarının nöroşirürjik girişimlerle güçlü bir şekilde ilişkili olduğunu göstermektedir. Özellikle ventrikülostomi ve şant sistemleri ile ilişkili enfeksiyonların insidansı, modern serilerde dahi klinik açıdan önemli bir sorun olmaya devam etmektedir.⁸

Ayrıca, ventrikülit olgularının çoğunlukla sekonder ve kompleks klinik süreçlerin bir parçası olarak geliştiği ve bu hastalarda mortalite ve morbiditenin arttığı bildirilmektedir.^{9,10} Son yıllarda nöroşirürjide komplikasyon öngörüsüne yönelik veri temelli yaklaşımlar da ön plana çıkmaktadır.¹¹

Bu çalışma, ventriküler sistem patolojilerinin yalnızca tek bir hastalık kategorisi altında değerlendirilemeyeceğini, aksine çoğu olguda birden fazla patolojik sürecin eş zamanlı olarak bulunduğunu ortaya koymaktadır. Bu yönüyle çalışma, ventriküler cerrahi gerektiren hastaların yönetiminde etiyojoloji temelli yaklaşımın önemini vurgulamakta ve mevcut literatüre klinik pratikten elde edilen bütüncül bir bakış açısı sunmaktadır.

Çalışmamızın temel bulgularından biri olan yüksek tekrar cerrahi gereksinimi, özellikle enfeksiyon ve şant disfonksiyonu gibi dinamik ve progresif süreçlerle ilişkili görünmektedir. Analitik değerlendirmeler, bu etiyojoloji grupların

cerrahi yükü belirgin şekilde artırdığını ortaya koymaktadır.

Literatürde ventriküler sistem patolojileri çoğunlukla tek bir hastalık grubu üzerinden değerlendirilirken, bu çalışma farklı etiyojolojileri aynı hasta popülasyonu içerisinde analiz ederek klinik pratiğin gerçek heterojen yapısını yansıtmaktadır. Bu yönüyle çalışma, ventriküler cerrahiye yönelik etiyojoloji temelli bütüncül yaklaşımın önemini ortaya koyan nadir serilerden biri olarak değerlendirilebilir.

Bu bulgular, ventriküler sistem patolojilerinin yönetiminde yalnızca anatomik ya da radyolojik değerlendirmelerin yeterli olmadığını, aynı zamanda etiyojoloji faktörlerin tedavi planlamasında belirleyici rol oynadığını göstermektedir. Bu nedenle multidisipliner ve hasta bazlı yaklaşım önem kazanmaktadır.

Kısıtlılıklar

Retrospektif tasarım ve uzun dönem sonuç verilerinin sınırlı olması çalışmanın başlıca kısıtlılıklarıdır. Tek merkezli olması, sonuçların genellenebilirliğini sınırlayabilir.

Sonuç

Ventriküler sistem patolojileri, heterojen etiyojolojiye sahip ve sıklıkla tekrarlayan cerrahi girişimler gerektiren kompleks klinik durumlardır. Bu hastaların yönetiminde etiyojoloji faktörlerin doğru değerlendirilmesi ve bireyselleştirilmiş tedavi stratejilerinin uygulanması büyük önem taşımaktadır. Özellikle tekrarlayan cerrahi gereksinimi, bu hasta grubunun uzun dönemli ve dinamik bir takip gerektirdiğini göstermektedir.

Etik kurul onayı

Bu çalışma etik kurul onayı gerektirmemektedir

Yazarlık katkısı

Çalışma konsepti ve tasarımı: BG, ÖBH; veri toplama: MNA; sonuçların analizi ve yorumlanması: AHB, BG; makaleyi hazırlama: BG, MNA. Yazar(lar) sonuçları gözden geçirmiş ve makalenin son halini onaylamıştır.

Finansman

Yazar(lar), çalışmanın herhangi bir finansal destek almadığını beyan etmiştir.

Çıkar çatışması

Yazar(lar) herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmiştir.

Ethical approval

This study does not require ethics committee approval.

Author contribution

Study conception and design: BG, ÖBH; data collection: MNA; analysis and interpretation of results: AHB, BG; draft manuscript preparation: BG, MNA. The author(s) reviewed the results and approved the final version of the article.

Source of funding

The authors declare the study received no funding.

Conflict of interest

The authors declare that there is no conflict of interest.

Kaynakça

1. Tunkel AR, Hasbun R, Bhimraj A, et al. 2017 Infectious Diseases Society of America's clinical practice guidelines for healthcare-associated ventriculitis and meningitis. *Clin Infect Dis* 2017; 64: 701-706. [\[Crossref\]](#)
2. Lozier AP, Sciacca RR, Romagnoli MF, Connolly ES. Ventriculostomy-related infections: a critical review of the literature. *Neurosurgery* 2002; 51: 170-81; discussion 181-2. [\[Crossref\]](#)
3. Paff M, Alexandru-Abrams D, Muhonen M, Loudon W. Ventriculoperitoneal shunt complications: a review. *Interdiscip Neurosurgery* 2018; 13: 66-70. [\[Crossref\]](#)
4. Ghritlaharey RK. Management of ventriculoperitoneal shunt complications in children: a review of 34 cases. *Afr J Paediatr Surg* 2023; 20: 109-115. [\[Crossref\]](#)
5. Pal B, Dhar S, Sahu A, et al. A prospective study and analysis of ventriculoperitoneal shunt surgery: their indication and complication in a single tertiary care center. *Indian J Neurosurg* 2022; 11: 45-52. [\[Crossref\]](#)
6. Kestle JRW, Riva-Cambrin J, Wellons JC, et al. A standardized protocol to reduce cerebrospinal fluid shunt infection: the Hydrocephalus Clinical Research Network Quality Improvement Initiative. *J Neurosurg Pediatr* 2011; 8: 22-29. [\[Crossref\]](#)
7. Javeed F, Mohan A, Wara UU, Rehman L, Khan M. Ventriculoperitoneal shunt surgery for hydrocephalus: one of the common neurosurgical procedures and its related problems. *Cureus* 2023; 15: e35002. [\[Crossref\]](#)
8. Ramanan M, Lipman J, Shorr A, Shankar A. A meta-analysis of ventriculostomy-associated cerebrospinal fluid infections. *BMC Infect Dis* 2015; 15: 3. [\[Crossref\]](#)
9. de Andrade AYT, Canicoba ARB, Oliveira RA, Gnatta JR, de Brito Poveda V. Risk factors for infection associated with the use of external ventricular drainage: a systematic review with meta-analysis. *J Hosp Infect* 2025; 162: 368-376. [\[Crossref\]](#)
10. Ramanan M, Shorr A, Lipman J. Ventriculitis: infection or inflammation. *Antibiotics (Basel)* 2021; 10: 1246. [\[Crossref\]](#)
11. Håndstad M, Alaoui-Ismaili A, Juhler M, Mathiesen TI. A systematic review of reviews on ventriculostomy related infection definitions: a fundamental problem. *Neurosurg Rev* 2025; 48: 292. [\[Crossref\]](#)

Kronik bel ağrısına neden olan şarapnel için erektrör spina plan bloğu: Olgu sunumu ve literatür derlemesi

Erector spinae plane block for chronic low back pain due to retained shrapnel: A case report and literature review

Duygu Dölen Burak¹, Cafer İkbal Gülsever², Duran Şahin¹, Gökhan Özkan³, Aydın Aydoseli¹

¹Department of Neurosurgery, İstanbul Faculty of Medicine, İstanbul University, İstanbul, Türkiye

²Department of Neurosurgery, Hakkari State Hospital, Hakkari, Türkiye

³Department of Anesthesiology and Reanimation, Gülhane Military Medical Academy, Ankara, Türkiye

Öz

İki yıl önce sivil bir ateşli silah yaralanması sonrası L2 vertebraında şarapnel parçaları bulunan 28 yaşındaki erkek hasta kronik bel ağrısı ile başvurdu. Hastaya daha önce NSAİİ'ler, gabapentinoidler, antidepresanlar ve opioidler dâhil olmak üzere çeşitli farmakolojik tedaviler uygulanmasına rağmen yeterli ağrı kontrolü sağlanamamıştı. Omurgada yabancı cisim bulunması nedeniyle epidural girişimlerden kaçınıldı. Alternatif bir yöntem olarak T12 seviyesinde ultrason eşliğinde erektrör spina plan bloğu (ESPB) uygulandı. İşlem sonrası hastada hızlı ve belirgin ağrı azalması sağlandı; ağrı skorlarında, mobilitede ve yaşam kalitesinde kalıcı iyileşme gözlemlendi. Bir yıllık takip süresince komplikasyon ya da semptom nüksü izlenmedi ve hasta ek analjezik girişimlere ihtiyaç duymadı. Bu olgu, omurgada retansiyonlu yabancı cisim bulunan ve geleneksel girişimsel yöntemlerin kontrendike olduğu hastalarda ESPB'nin kronik post-travmatik bel ağrısı tedavisinde güvenli ve etkili bir seçenek olabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: spinal ateşli silah yaralanması, kronik post-travmatik ağrı, rejyonal anestezi, erektrör spina plan bloğu, ağrı tedavisi

ABSTRACT

A 28-year-old male presented with chronic low back pain persisting for two years following a civilian gunshot injury, with retained shrapnel fragments in the L2 vertebra. Despite multiple outpatient evaluations and extensive pharmacological treatments, including nonsteroidal anti-inflammatory drugs, gabapentinoids, antidepressants, and opioids, his pain remained inadequately controlled. Due to the presence of retained spinal foreign bodies, epidural interventions were avoided. As an alternative approach, an ultrasound-guided erector spinae plane block (ESPB) was performed at the T12 level. The patient experienced immediate and significant pain relief,

✉ Cafer İkbal Gülsever • cafer.gulsever@gmail.com

Geliş tarihi / Received: 26.09.2025 **Kabul tarihi / Accepted:** 20.03.2025 **Yayın tarihi / Published:** 30.04.2026

Telif hakkı © 2026 Yazar(lar). Sınır Sistemi Cerrahisi Derneği tarafından yayımlandı. Açık erişimli bu makale, orijinal çalışmaya uygun şekilde atıfta bulunulması koşuluyla, herhangi bir ortamda veya formatta sınırsız kullanım, dağıtım ve çoğaltmaya izin veren [Creative Commons Atıf Lisansı \(CC BY\)](#) ile dağıtılmıştır.

Copyright © 2026 The Author(s). Published by Nervous System Surgery Society. This is an open access article distributed under the [Creative Commons Attribution License \(CC BY\)](#), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium or format, provided the original work is properly cited.

with sustained improvement in pain scores, mobility, and quality of life. During a one-year follow-up period, no complications or recurrence of symptoms were observed, and the patient did not require additional analgesic interventions. This case highlights ESPB as a safe and effective option for managing chronic post-traumatic low back pain in patients with retained spinal fragments, particularly when conventional interventional techniques are contraindicated.

Keywords: spinal gunshot wound, chronic post-traumatic pain, regional anesthesia, erector spinae plane block, pain management

Introduction

Chronic pain management in patients with retained bullet fragments in the spine remains a significant clinical challenge. Gunshot wounds to the spine can lead to persistent pain even in the absence of neurological deficits, making treatment decisions complex. While surgical removal of bullet fragments is considered in cases of neurological compromise, instability, or infection, its role in pain management alone remains controversial.^{1,2}

The erector spinae plane block (ESPB) is a novel regional anesthetic technique that has been widely utilized for the management of thoracic and lumbar pain. Unlike epidural injections, ESPB offers a safer alternative by delivering analgesia at a site remote from the primary pathology, reducing the risk of complications such as infection or neurological injury. Recent studies have demonstrated its efficacy in acute postoperative pain, trauma cases, and chronic back pain. However, to our knowledge, this is the first report describing ESPB for chronic post-traumatic pain due to retained spinal shrapnel, highlighting its potential in cases where other interventional options are contraindicated.³

This case report presents a patient with chronic low back pain due to retained shrapnel in the spine, successfully treated with ESPB. The report highlights the effectiveness of ESPB as a pain management strategy and discusses its advantages over traditional approaches in patients with foreign bodies in the spine.

Case Presentation

Two years after sustaining a civilian gunshot wound to the lower back, a 28-year-old male presented to the emergency department with a civilian gunshot wound to the lower back. Neurosurgical evaluation revealed shrapnel fragments in the right transverse process of the L2 vertebra and adjacent paravertebral muscles. Given the absence of neurological deficits, conservative management was initiated. However, he experienced persistent low back pain, which progressively worsened over the first three months and then stabilized at 5–6/10 on the Visual Analog Scale (VAS).

He attended multiple outpatient visits and was prescribed various analgesics, including NSAIDs, tramadol, gabapentin, pregabalin, and selective serotonin reuptake inhibitors (SSRIs; specifically sertraline), with minimal relief. Additionally, he developed gastric side effects. Two years post-injury, he presented to our outpatient clinic with similar complaints and declined further use of adjuvant medications for chronic pain. Non-pharmacological interventions had also been attempted, but with no significant improvement.

Neurological examination revealed normal motor strength (5/5) and intact deep tendon reflexes in both lower extremities. Sensory examination showed no hypoesthesia, allodynia, or dermatomal sensory loss. The straight leg raise test and femoral stretch test were negative bilaterally. Gait and coordination were unremarkable. However, the patient exhibited a compensatory right-sided

trunk lean during ambulation, likely to offload pain from the left paravertebral region.

A well-healed scar was noted in the right lumbar region, 3 cm from the midline. Palpation of the paravertebral muscles overlying L2–L3 on the right side elicited sharp, localized pain rated 10/10 on the Visual Analog Scale (VAS). There were no signs of radiculopathy, myelopathy, or systemic infection. Blood work and imaging showed no biochemical evidence of lead toxicity. Lumbar computed tomography (CT) revealed multiple shrapnel fragments around the right transverse process of the L2 vertebra (Figure 1) without fractures or misalignment.

Due to the presence of retained foreign bodies in the spine and the associated infection risk, the patient had never received an epidural injection. He was referred to an anesthesiologist for evaluation of eligibility for an erector spinae plane block. After the discussion, the patient consented to a regional nerve block.

The patient received intravenous cefazolin (1.5 g) preoperatively and was positioned prone. A C-arm scope confirmed the T12 vertebral level. Following surgical skin preparation with chlorhexidine, a high-frequency ultrasound was placed in a longitudinal position, 3 cm to the right of the midline. After identifying the erector spinae muscle and the right transverse process of T12, a 10-cm, 18-gauge block needle was inserted into the interfascial plane between the transverse process and the erector spinae muscle. A total of 10 mL of 0.5% bupivacaine HCl mixed with 5 mL of long-acting corticosteroids was injected unilaterally along with 10 mL of sterile saline (0.9%) (Figure 2).

The procedure was uneventful, and the patient was discharged with paracetamol and oral amoxicillin-clavulanic acid three hours after the procedure. His hourly VAS scores were 3/10, 2/10, and 3/10, respectively. The patient was monitored post-procedure in the outpatient clinic. On



Figure 1. Sagittal (left) and axial (right) lumbar CT images demonstrating retained metallic shrapnel fragments (highlighted by red arrow) adjacent to the right transverse process of the L2 vertebra. The fragments are embedded within the paravertebral musculature without evidence of vertebral fracture, canal intrusion, or spinal misalignment

postoperative day 3, his pain score on the Visual Analog Scale (VAS) was 1/10, compared to 10/10 at baseline. He reported a marked improvement in mobility and sleep quality. Follow-up evaluations were conducted monthly for a period of 12 months. At each visit, he maintained a VAS score of 0–2/10 and reported no recurrence of symptoms, no need for additional medications or procedures, and a return to his baseline level of physical activity. No adverse effects related to the ESPB or delayed complications (e.g., infection, motor deficits) were observed. He did not require any emergency visits or further specialist consultations during this period.

Discussion

The erector spinae plane block (ESPB) is a regional block technique initially described for chronic thoracic pain, including neuropathic and somatic components.³ Its indications have expanded to include not only chronic pain management but also acute postoperative pain following spine, orthopedic, and thoracic surgeries. Several reports have documented the use of ESPB in trauma patients. Ahiskalioglu et al. previously described

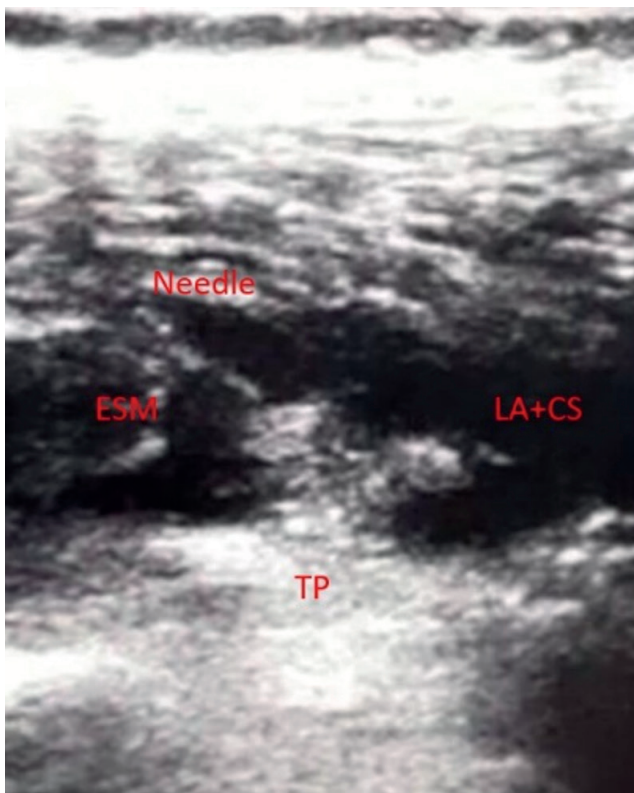


Figure 2. Ultrasound image demonstrating the erector spinae plane block procedure at the T12 level. The needle is visualized in-plane, approaching the fascial plane between the erector spinae muscle (ESM) and the transverse process (TP). The spread of injectate, a local anesthetic (LA) mixed with a corticosteroid (CS), is observed in the target interfascial space (labeled LA+CS). Abbreviations: ESM – erector spinae muscle; TP – transverse process; LA – local anesthetic; CS – corticosteroid

a case where ESPB was successfully applied for bilateral lumbar transverse process fractures.⁴ Additionally, this technique has demonstrated efficacy in patients with traumatic rib fractures.^{5,6} Here, we report a case of intractable chronic pain caused by retained bullet fragments in the spine. To our knowledge, there are no previously reported cases similar to ours.

Although a definitive causal relationship between the retained shrapnel and the patient's chronic pain cannot be proven without invasive diagnostics, the temporal onset, consistent

localization, and reproducible pain with palpation over the L2 paravertebral region support a mechanical and possibly inflammatory origin linked to the foreign bodies. Imaging revealed retained metallic fragments in the right transverse process area, precisely beneath the site of maximal tenderness. Additionally, the absence of dermatomal symptoms, normal neurological findings, and the lack of spinal instability or other structural abnormalities on CT suggest that the pain was unlikely to originate from radiculopathy or segmental pathology. The marked and sustained response to a single-level ESPB targeting this region further supports a localized pain generator associated with the retained shrapnel. The clinical presentation was consistent with predominantly mechanical nociceptive pain, possibly with a myofascial component, rather than neuropathic pain.

The application of ESPB in spinal surgery as part of a multimodal analgesia regimen is a relatively new approach. Singh et al. reported significantly lower rates of blood loss and higher patient satisfaction in their study (blood loss: 5.1 ± 3.17 vs. 57.70 ± 5.90 ; $p < 0.001$; patient satisfaction score: 9.52 ± 0.65 vs. 8.22 ± 0.79 ; $p < 0.001$). Randomized controlled trials have also demonstrated reduced postoperative opioid consumption with ESPB use.⁷⁻⁹

Recently, Anshus et al. reported the use of ESPB in the emergency department (ED) for patients with chronic low back pain experiencing acute exacerbations. They observed significantly reduced VAS scores (81.5%) and a decreased length of stay in the ED (73.5 minutes), with most patients not requiring further ED admissions (5/6, 83%). Moreover, all study participants remained opioid-free during follow-up, suggesting ESPB as a promising technique for chronic low back pain management.¹⁰ Similarly, our patient did not require further hospital admissions for intractable pain, apart from scheduled outpatient follow-ups, and reported no significant pain thereafter.

Since local anesthetics spread to wider areas in ESPB, it can be performed without direct involvement of the primary pathology, unlike epidural injections. Previous studies have shown that local anesthetic diffusion extends across five vertebral levels.¹¹ In a cadaveric study where ESPB was performed with methylene blue dye, no anterior spread was observed, indicating that no local anesthetic reached the ventral rami.¹² Additionally, ESPB targets a site remote from neuraxial structures, offering a safer alternative to epidural injections.¹³ These clinical findings supported our decision to use ESPB in this case, as avoiding the primary pathology was particularly crucial given the retained foreign material in the spine.

The efficacy of ESPB in managing chronic pain can be attributed to both its anatomical spread and the pharmacodynamics of the agents used. Anatomically, the local anesthetic is deposited in the fascial plane deep to the erector spinae muscle, allowing cephalocaudal spread over multiple dermatomes and affecting both dorsal rami and, to a lesser extent, ventral rami through indirect diffusion. This broad coverage explains the block's utility in cases involving diffuse or deep somatic pain. Pharmacologically, long-acting local anesthetics, such as bupivacaine, provide extended analgesia by inhibiting sodium channels in nociceptive fibers. The addition of corticosteroids contributes to anti-inflammatory effects and may potentially reduce ectopic neural discharge. This dual mechanism makes ESPB a compelling option in cases of complex spinal pain, including myofascial and possible neuropathic components, where conventional pharmacologic therapy alone proves insufficient. In previous reports, ESPB has provided relief lasting from weeks to several months for chronic pain, making the sustained one-year benefit in our patient particularly notable.¹⁴

Compared to other regional techniques such as paravertebral block (PVB) or epidural anesthesia, ESPB offers several practical and safety advantages. While PVB provides effective analgesia, it carries a higher risk of pneumothorax and technical complexity due to its proximity to the pleura and neuraxial structures. Epidural blocks, though effective, are often contraindicated in patients with retained foreign bodies or infection risk near the injection site. In contrast, ESPB is easier to perform under ultrasound guidance, has a lower complication rate, and achieves a wide craniocaudal spread of analgesia without penetrating deep into neurovascular structures. These features make it especially suitable for complex trauma cases or in patients where conventional blocks pose higher risks.^{15,16} Other potential interventions, such as paravertebral block, intercostal nerve block, or facet joint injections, were considered less suitable in this case due to the proximity of retained metallic fragments to the injection site, increasing the potential risk of infection or inadvertent contact with foreign bodies, as well as the broader dermatomal coverage required for adequate analgesia, which is more effectively achieved with ESPB.

The management of spinal gunshot injuries remains controversial.¹⁷ Neurological deterioration, instability, infection, and cerebrospinal fluid leakage are absolute indications for surgery. However, chronic pain without these factors presents a unique challenge for neurosurgeons.¹⁸ Furthermore, removing the bullet may not always provide pain relief.¹⁹ Despite reports suggesting that bullet extraction or spinal cord stimulator implantation can alleviate chronic pain in select patients.²⁰

In this case, the patient was not considered an ideal surgical candidate due to the small, numerous, and scattered nature of the bullet fragments. Before pursuing complex surgical interventions, a conservative approach is often preferred.

Therefore, ESPB was chosen as a safe and effective alternative to manage his chronic pain.

This case report has several limitations inherent to its single-patient design, limiting generalizability and precluding comparison with other pain management strategies. Follow-up beyond one year was not available, restricting assessment of long-term durability. Placebo effects, regression to the mean, and natural symptom fluctuation cannot be excluded, although spontaneous improvement after prolonged chronic pain is uncommon. Nevertheless, the close temporal relationship between ESPB and pain relief, consistent pre-procedural pain localization, and sustained symptom resolution despite discontinuation of analgesic medications suggest a clinically meaningful treatment effect. Larger case series and controlled studies are required to further evaluate the efficacy and long-term outcomes of ESPB in chronic post-traumatic spinal pain.

Conclusion

Given the rarity of this application, ESPB may be considered a viable first-line regional analgesia technique in cases of chronic pain associated with retained spinal foreign bodies, particularly when epidural access is contraindicated. Future use may benefit from a standardized approach, including careful imaging to assess fragment location, use of ultrasound-guided needle placement at least two vertebral levels away from the pathology, and structured follow-up to evaluate long-term outcomes. Establishing a clinical registry or multicenter case series could help guide practice and inform safety protocols.

Written informed consent was obtained from the patient for the publication of this case report, including relevant medical details and accompanying images. All personal identifiers have

been removed to ensure patient confidentiality in accordance with ethical standards.

Etik kurul onayı

Bu çalışma bir olgu sunumudur, bu nedenle etik kurul onayı gerektirmemektedir.

Yazarlık katkısı

Çalışma konsepti ve tasarımı: DDB, GO, AA; veri toplama: DDB, GO, AA; sonuçların analizi ve yorumlanması: DDB, CIG, DS, GO, AA; makaleyi hazırlama: CIG, DS, AA. Yazar(lar) sonuçları gözden geçirmiş ve makalenin son halini onaylamıştır.

Finansman

Yazar(lar), çalışmanın herhangi bir finansal destek almadığını beyan etmiştir.

Çıkar çatışması

Yazar(lar) herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmiştir.

Ethical approval

This study is a case report, therefore does not require an ethics committee approval.

Author contribution

Study conception and design: DDB, GO, AA; data collection: DDB, GO, AA; analysis and interpretation of results: DDB, CIG, DS, GO, AA; draft manuscript preparation: CIG, DS, AA. The author(s) reviewed the results and approved the final version of the article.

Source of funding

The authors declare the study received no funding.

Conflict of interest

The authors declare that there is no conflict of interest.

Kaynakça

- Wang J, Lu Y. Application of ultrasound-guided bilateral erector spinae plane block in lumbar spinal surgery. *Ann Palliat Med* 2020; 9: 1282-1284. [\[Crossref\]](#)
- Ueshima H, Inagaki M, Toyone T, Otake H. Efficacy of the erector spinae plane block for lumbar spinal surgery: a retrospective study. *Asian Spine J* 2019; 13: 254-257. [\[Crossref\]](#)
- Tulgar S, Selvi O, Senturk O, Serifsoy TE, Thomas DT. Ultrasound-guided erector spinae plane block: indications, complications, and effects on acute and chronic pain based on a single-center experience. *Cureus* 2019; 11: e3815. [\[Crossref\]](#)
- Ahiskalioglu A, Kocak AO, Doymus O, Sengun E, Celik M, Alici HA. Erector spinae plane block for bilateral lumbar transverse process fracture in emergency department: a new indication. *Am J Emerg Med* 2018; 36: 1927.e3-1927.e4. [\[Crossref\]](#)
- Luftig J, Mantuani D, Herring AA, Dixon B, Clattenburg E, Nagdev A. Successful emergency pain control for posterior rib fractures with ultrasound-guided erector spinae plane block. *Am J Emerg Med* 2018; 36: 1391-1396. [\[Crossref\]](#)
- Gluncic V, Bonasera L, Gonzalez S, Lukić IK, Candido K. Combination of the T7 unilateral erector spinae plane block and t10 bilateral retrolaminar blocks in a patient with multiple rib fractures on the right and t10-12 vertebral compression fractures: a case report. *Local Reg Anesth* 2021; 14: 99-102. [\[Crossref\]](#)
- Singh S, Choudhary NK, Lalin D, Verma VK. Bilateral ultrasound-guided erector spinae plane block for postoperative analgesia in lumbar spine surgery: a randomized control trial. *J Neurosurg Anesthesiol* 2020; 32: 330-334. [\[Crossref\]](#)
- Liu MJ, Zhou XY, Yao YB, Shen X, Wang R, Shen QH. Postoperative analgesic efficacy of erector spinae plane block in patients undergoing lumbar spinal surgery: a systematic review and meta-analysis. *Pain Ther* 2021; 10: 333-347. [\[Crossref\]](#)
- Yu Y, Wang M, Ying H, Ding J, Wang H, Wang Y. The analgesic efficacy of erector spinae plane blocks in patients undergoing posterior lumbar spinal surgery for lumbar fracture. *World Neurosurg* 2021; 147: e1-e7. [\[Crossref\]](#)
- Anshus AJ, Oswald J. Erector spinae plane block: a new option for managing acute axial low back pain in the emergency department. *Pain Manag* 2021; 11: 631-637. [\[Crossref\]](#)
- Adhikary SD, Bernard S, Lopez H, Chin KJ. Erector spinae plane block versus retrolaminar block: a magnetic resonance imaging and anatomical study. *Reg Anesth Pain Med* 2018; 43: 756-762. [\[Crossref\]](#)
- Fusco P, DI Carlo S, Scimia P, Luciani A, Petrucci E, Marinangeli F. Could the new ultrasound-guided erector spinae plane block be a valid alternative to paravertebral block in chronic chest pain syndromes? *Minerva Anestesiol* 2017; 83: 1112-1113. [\[Crossref\]](#)
- Ivanusic J, Konishi Y, Barrington MJ. A Cadaveric study investigating the mechanism of action of erector spinae blockade. *Reg Anesth Pain Med* 2018; 43: 567-571. [\[Crossref\]](#)
- Chin KJ, El-Boghdadly K. Mechanisms of action of the erector spinae plane (ESP) block: a narrative review. *Can J Anaesth* 2021; 68: 387-408. [\[Crossref\]](#)
- Ma G, Gou J, Chen L, Qiao X. Analgesic comparison of erector spinae plane block with intercostal nerve block for thoracoscopic surgery: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Medicine (Baltimore)* 2023; 102: e35093. [\[Crossref\]](#)
- Pang J, You J, Chen Y, Song C. Comparison of erector spinae plane block with paravertebral block for thoracoscopic surgery: a meta-analysis of randomized controlled trials. *J Cardiothorac Surg* 2023; 18: 300. [\[Crossref\]](#)
- Klimo P, Ragel BT, Rosner M, Gluf W, McCafferty R. Can surgery improve neurological function in penetrating spinal injury? A review of the military and civilian literature and treatment recommendations for military neurosurgeons. *Neurosurg Focus* 2010; 28: E4. [\[Crossref\]](#)
- Hakan T, Çerçi A, Gürcan S, Akçay S. Firearm bullet settling into the lumbar spinal canal without causing neurological deficit: a report of two cases. *Surg Neurol Int* 2016; 7: S251-S254. [\[Crossref\]](#)
- Waters RL, Sie IH. Spinal cord injuries from gunshot wounds to the spine. *Clin Orthop Relat Res* 2003; 408: 120-125. [\[Crossref\]](#)
- Keel JC, Lau ME, Gulur P. Spinal cord stimulation for radicular pain following retained bullet in the spinal canal. *Pain Physician* 2013; 16: E103-E106.