

T.C.
AFYONKARAHİSAR SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ

ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON ANABİLİM DALI

TRAVMA HASTALARINDA İYONİZE KALSİYUM DEĞERİNİN
PROGNOZA ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Hazırlayan
Arş. Gör. Dr. Ömer Faruk BOLEL

Danışman
Doç. Dr. Bilge Banu TAŞDEMİR MECİT

2025 YILI – AFYONKARAHİSAR

T.C.
AFYONKARAHİSAR SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ

ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON ANABİLİM DALI

TRAVMA HASTALARINDA İYONİZE KALSİYUM DEĞERİNİN
PROGNOZA ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Arş. Gör. Dr. Ömer Faruk BOLEL

TIPTA UZMANLIK TEZİ

Danışman
Doç. Dr. Bilge Banu TAŞDEMİR MECİT

2025 YILI – AFYONKARAHİSAR

KABUL ONAY SAYFASI

T.C.

AFYONKARAHİSAR SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ

TIP FAKÜLTESİ

ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON ANABİLİM DALI

Tez Başlığı: Travma hastalarında iyonize kalsiyum değerinin prognoza etkisinin incelenmesi

Tezi Hazırlayan: Arş. Gör. Dr. Ömer Faruk BOLEL

Tez Savunma Tarihi: 06.05.2025

Tez Kabul Tarihi: 06.05.2025

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Bilge Banu TAŞDEMİR MECİT

İş bu çalışma jürimiz tarafından ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON ANABİLİM DALI'nda TIPTA UZMANLIK TEZİ olarak kabul edilmiştir.

BAŞKAN

Prof. Dr. Remziye SIVACI

Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesi Tıp Fakültesi

Anesteziyoloji ve Reanimasyon A.D.

ÜYE

Doç. Dr. Bilge Banu

TAŞDEMİR MECİT

Afyonkarahisar

Sağlık Bilimleri Üniversitesi

Tıp Fakültesi

Anesteziyoloji ve Reanimasyon A.D.

ÜYE

Prof. Dr. Tuba Berra

SARITAŞ

Afyonkarahisar

Sağlık Bilimleri Üniversitesi

Tıp Fakültesi

Anesteziyoloji ve Reanimasyon A.D.

ONAY

DEKAN

Prof. Dr. Necip BECİT

Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesi Tıp Fakültesi

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.

Tez Hazırlayanın

Adı Soyadı: Ömer Faruk
BOLEL

İmza:

Danışmanın

Adı Soyadı: Doç. Dr. Bilge Banu
TAŞDEMİR MECİT

İmza:

TEŞEKKÜR

Tıpta uzmanlık eğitimim süresince bilgi, beceri ve deneyimlerini esirgemeyen tezimin planlanması ve yürütülmesinde büyük desteği olan değerli tez hocam Doç. Dr. Bilge Banu TAŞDEMİR MECİT'e,

Her zaman desteklerini hissettiğim, klinik ve teorik olarak yetişmemde emeği olan saygıdeğer hocalarım, Prof. Dr. Remziye SIVACI'ya, Prof. Dr. Tuba Berra SARITAŞ'a, Prof. Dr. Elif DOĞAN BAKI'ya ve Dr. Öğr. Üyesi Bilal Atilla BEZEN'e,

Tıpta uzmanlık eğitimim süresince arkadaşlık ve aile ortamını paylaştığım çalışmama katkıda bulunan değerli asistan arkadaşlarıma, ameliyathane ve yoğun bakımda görevli hemşire, teknisyen ve personel arkadaşlarıma,

Hayatımın her anında desteklerini hissettiğim, bugünlere onların emekleri sayesinde geldiğim annem Gönül BOLEL'e, babam Eyyup BOLEL'e ve kardeşim Melike BOLEL'e

Her daim yanımda olan, yol arkadaşım, biricik eşim ve meslektaşım Bilge BOLEL'e

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Dr. Ömer Faruk BOLEL

Afyonkarahisar, Ağustos 2025

TRAVMA HASTALARINDA İYONİZE KALSİYUM DEĞERLERİNİN PROGNOZA ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Ömer Faruk BOLEL

Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesi Tıp Fakültesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı Tıpta Uzmanlık Tezi

Mayıs 2025

Danışman: Doç. Dr. Bilge Banu TAŞDEMİR MECİT

ÖZET

Amaç: Bu çalışmamızın amacı yoğun bakım ünitesinde (YBÜ) yatan travma hastalarında hastaneye başvuru sırasındaki iyonize kalsiyum (iCa) değerleriyle mortalite arasındaki ilişkiyi araştırmaktır.

Gereç ve Yöntem: Hastanemiz Anesteziyoloji ve Reanimasyon YBÜ’de 01.01.2021 ve 31.12.2023 tarihleri arasında, travma nedeniyle 24 saatten daha uzun süre takip edilen, 18 yaş üstü toplam 92 hasta çalışmaya dahil edildi. Travma hastalarının demografik ve klinik özellikleri, laboratuvar verileri, Glasgow koma skalası (GKS) ve Yaralanma Ciddiyet Skoru (İSS) değerleri, mekanik ventilatör ihtiyaçları ve mortaliteleri iCa düzeylerine göre karşılaştırıldı. Hastalar acil serviste ilk alınan kan gazındaki iCa düzeylerine göre; $iCa < 1.00$ mmol/L olan hipokalsemik hastalar ve $iCa \geq 1.00$ mmol/L olan normokalsemik hastalar olarak iki gruba ayrıldı.

Bulgular: iCa düzeylerine göre grupları ayırdığımızda yaş, cinsiyet ve kronik hastalıklar açısından gruplar arasında anlamlı bir farklılık yoktu. Hastaların hastanede yatış sürelerinin ortancası 7 gün olup gruplar arası farklılık yoktu ($p=0,417$). Hastaların %60,9’u trafik kazası, %22,8’i düşme ve %16,3’ü ateşli silah yaralanması nedeniyle YBÜ’ne yatırılmıştı. Hastaların %50’sinin cerrahi ihtiyacı, %63’ünün mekanik ventilasyon ihtiyacı ve %32,6’sının inotrop ihtiyacı olmuştur. Her iki grupta GKS ($p=0,720$) ve İSS ($p=0,263$) skorlaması açısından anlamlı farklılık yoktu. Hastaların %73,9’u mortal seyretmiştir ve her iki grup arasında mortalite açısından anlamlı farklılık yoktu ($p=0,434$). Gruplar arasında sağ kalım analizi yapıldığında; $iCa < 1.00$ mmol/L olan grupta 30 günlük sağkalım %29,2 bulunurken $iCa \geq 1.00$ mmol/L olan grupta ise %34,4’idi (logrank $p=0,043$).

Sonuç: Çalışmamızda gruplar arası mortalitede fark çıkmasa da $iCa < 1.00$ mmol/L olan hipokalsemik hastaların 30 günlük sağkalımı daha düşük bulunmuştur. Travma hastalarında erken dönemde kan gazında bakılan iCa düzeylerinin mortaliteyle ilişkisinin araştırıldığı daha geniş prospektif çalışmalar yapılabilir.

Anahtar Kelimeler: Kalsiyum, Mortalite, Travma, Yoğun Bakım

THE EFFECT OF IONIZED CALCIUM LEVELS ON PROGNOSIS IN TRAUMA PATIENTS

Ömer Faruk BOLEL

Afyonkarahisar University of Health Sciences Institute of Graduate Education

Department of Anesthesiology and Reanimation PhD Thesis

May 2025

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Bilge Banu TAŞDEMİR MECİT

ABSTRACT

Objective: The aim of this study was to investigate the relationship between ionized calcium (iCa) levels on admission and mortality in trauma patients hospitalized in the intensive care unit (ICU).

Materials and Methods: Between 01.01.2021 and 31.12.2022, a total of 92 patients aged ≥ 18 years who were followed up for more than 24 hours due to trauma in the Anesthesiology and Reanimation ICU of our hospital were included in the study. Demographic and clinical characteristics, laboratory data, Glasgow coma scale (GCS) and Injury Severity Score (ISS) scores, mechanical ventilator needs and mortality of trauma patients were compared according to ionized iCa levels. Patients were divided into two groups as hypocalcemic patients with $iCa < 1.00$ mmol/L and normocalcemic patients with $iCa \geq 1.00$ mmol/L according to iCa levels in the first blood gas obtained in the emergency department.

Results: When we divided the groups according to iCa levels, there was no significant difference between the groups in terms of age, gender and chronic diseases. The median duration of hospitalization was 7 days and there was no difference between the groups ($p=0.417$). 60.9% of the patients were admitted to the intensive care unit due to traffic accidents, 22.8% due to falls and 16.3% due to gunshot wounds. 50% of the patients needed surgery, 63% needed mechanical ventilation and 32.6% needed inotropes. There was no significant difference in GCS ($p=0.720$) and ISS ($p=0.263$) scoring in both groups. 73.9% of the patients were mortal and there was no significant difference in mortality between the two groups ($p=0.434$). When survival was analyzed between the groups, 30-day survival was 29.2% in the group with $iCa < 1.00$ mmol/L and 34.4% in the group with $iCa \geq 1.00$ mmol/L (logrank $p=0.043$).

Conclusion: Although there was no difference in mortality between the groups in our study, 30-day survival of hypocalcemic patients with $iCa < 1.00$ mmol/L was found to be lower. Larger prospective studies investigating the relationship between early blood gas iCa levels and mortality in trauma patients can be performed.

Keywords: Calcium, Intensive Care, Mortality, Trauma.

İÇİNDEKİLER

KABUL ONAY SAYFASI	ii
BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI	iii
TEŞEKKÜR	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ	viii
TABLolar DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
1.GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	2
2.1. Travma Tanımı	2
2.2. Travma Mekanizmaları	2
2.3. Travma Skorlama Sistemi	3
2.3.1. Yaralanma Ciddiyet Skoru (Injury Severity Score [ISS])	4
2.4. Yoğun Bakımda Travma Hastasına Yaklaşım	4
2.4.1. Solunum Desteği	4
2.4.2. Sıvı Tedavisi ve Kan Transfüzyonu	4
2.4.3. Hipotermi	5
2.5. İyonize Kalsiyum	6
2.5.1. Kalsiyum	6
2.5.2. Kalsiyum Döngüsü	6
2.5.4. Travmada Hipokalsemi	7
3. GEREÇ ve YÖNTEM	8
4. BULGULAR	10
5. TARTIŞMA	16
6. SONUÇ	21
7. KAYNAKLAR	22

KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ

AIS: Kısaltılmış Yaralanma Skalası (Abbreviated Injury Scale)

Alb: Albumin

APACHE: Akut Fizyoloji ve Kronik Sağlık Değerlendirmesi (Acute Physiology And Chronic Health Evaluation)

BE: Baz Eksisi

DM: Diabetes Mellitus

ES: Eritrosit Süspansiyonu

GKS: Glasgow Koma Skoru

Hb: Hemoglobin

HT: Hipertansiyon

iCa: İyonize Kalsiyum

INR: International Normalized Ratio

ISS: Yaralanma Ciddiyet Skoru (Injury Severity Score)

KAH: Koroner Arter Hastalığı

KBH: Kronik Böbrek Hastalığı

KOAH: Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı

KY: Kalp Yetmezliği

MV: Mekanik Ventilator

NISS: Yeni Yaralanma Ciddiyet Skalası (New Injury Severity Score)

PPI: Proton Pompa İnhibitörü

PTH: Paratiroid Hormon

RTS: Revize Travma Skoru

SAMPLE: Symptoms, Allergies, Medications, Past Medical History, Last Oral Intake, Events

SKB: Sistolik Kan Basıncı

SS: Solunum Sayısı

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. Anatomik Skörlama Sistemleri

Tablo 2. Fizyolojik Skörlama Sistemleri

Tablo 3. Kombine Skörlama Sistemleri

Tablo 4. Hastaların demografik özellikleri, yoğun bakım yatış nedenleri ve süreleri

Tablo 5. Hastaların biyokimyasal değeri

Tablo 6. Hastaların hastane içi özelliklerinin, sonuçlarının ve kan transfüzyonlarının karşılaştırılması

Tablo 7. Cox Regresyon analizi



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Hastaların iCa gruplarına göre cinsiyet dağılımları

Şekil 2. Hastaların iCa gruplarına göre ek hastalık sayıları

Şekil 3. Hastaların iCa gruplarına göre yatış nedeni dağılımı

Şekil 4. Hastaların iCa gruplarına göre ölüm ve taburculuk dağılımı

Şekil 5. Hastaların iCa gruplarına göre sağkalım analizi



1.GİRİŞ VE AMAÇ

Günümüzde özellikle çarpık endüstrileşme ve şehirleşmenin gözle görülür bir sonucu olarak travma önemli bir morbidite ve mortalite sebebi olmanın yanında toplumun ekonomisine ağır yükler getiren bir sosyoekonomik halk sağlığı sorunu olarak karşımıza çıkmaktadır. Gelişmiş ülkelerde 0-40 yaş arası ölüm sebepleri içinde travma birinci sıradadır (1).

Kalsiyum vücutta en yüksek miktarda bulunan elektrolitler arasında yer almaktadır. Kalsiyum vücudumuzda miyokard, iskelet ve düz kas kasılma ve gevşemesi, kan koagülasyonu, nöronal iletim, sinaptik iletim, kemik metabolizması, hormon sekresyonu, kan koagülasyonu gibi pek çok biyolojik süreçte önemli rolü olan bir iyonudur. Serbest iyonize kalsiyum (iCa), total kalsiyumun fizyolojik olarak en önemli bileşenidir. Hipokalsemi serum kalsiyum düzeyinin 8 mg/dL değerinin altında olması ya da iCa değerinin 1 mmol/L'nin altında olması olarak tanımlanmaktadır (2).

İyonize kalsiyum seviyelerindeki bozukluklar, kritik ve ağır travmalı hastalarda sık görülen bir bulgudur. İyonize kalsiyum eksikliği travmaya bağlı koagülopatiyi de kötüleştirir (3). Bununla beraber sitrat içeren kan ürünleri kullanan yoğun transfüzyon protokolleri, özellikle sitratın hepatik klirensinin azaldığı şoktaki travma hastalarında, sitratın serbest kalsiyum ile şelat oluşturması nedeniyle iCa düzeylerini daha da azaltır. Bunu takip eden hipokalsemi, kalp fonksiyonunda azalma, vazodilatasyon ve solunum yetmezliği ile birlikte kas kontraktilesinde bozukluklara neden olabilir (4).

Bu çalışmamızın amacı yoğun bakımda yatan travma hastalarında hastaneye başvuru sırasındaki iCa değerleriyle mortalite arasındaki ilişkiyi araştırmaktır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Travma Tanımı

Travma, ani ve beklenmedik bir şekilde mekanik, termal, elektrik veya kimyasal enerjiye maruz kalma sonucu meydana gelen yaralanmalar olarak tanımlanabilir (5).

Çoklu travmayı tanımlamak için travmanın baş-boyun, göğüs, karın ve ekstremiteler olarak başlıca dört bölgeye ayrılan insan vücudunda, en az iki bölgenin yaralanması gerekir. Bu duruma ek olarak birden fazla büyük uzun kemik kırığı varlığı çoklu travma tanımına dahil edilmektedir (6). Bu yaralanmaların şiddetinin tespit edilmesi ve çoklu travma açısından değerlendirilmesi için; Kısaltılmış Yaralanma Skalası (AIS), Yaralanma Ciddiyet Skoru (ISS), Glasgow Koma Skalası (GKS) gibi skorlama sistemleri kullanılmaktadır (7).

Majör travma tanımı ise İSS skoru 15'ten büyük olan travma hastaları için kullanılmaktadır (8).

2.2. Travma Mekanizmaları

Travma mekanizmalarının iyi bilinmesi, travmalı hastaya yaklaşımda yaşanabilen aksaklıkları, oluşabilecek komplikasyonları azaltmada önemli bir rol oynar. Travmalar temel olarak künt, penetran, termal ve blast olmak üzere dört grupta toplanabilir (9).

Künt travmalar genellikle trafik kazaları, yayaya taşıt çarpması, iş kazaları, darp ve yüksekten düşmeler gibi yüksek enerjinin doğrudan vücuda yayılması sonucu oluşmaktadır. Bu travmaların temel özelliği cilt bariyerinde bozulmanın olmaması ve göz ile tespit edilememesidir. Bu yüzden künt travmalı yaralanmalarda tanı koyabilmek penetran yaralanmalara göre daha güçtür (10,11).

Penetran travmalar, kesici ve delici nesnelerin vücuda girmesi ile oluşan yaralanmalardır. Düşük enerjili kesici-delici nesne ile yaralanmalarda, nesnenin izlediği yol boyunca hasar meydana gelir. Aksine ateşli silah yaralanması gibi yüksek enerjili kesici-delici nesne yaralanmalarında, nesnenin izlediği yol boyunca yer alan dokulara ek olarak çevre dokularda da hasar meydana gelir (10,11).

Patlama tipi yaralanmalar, günümüzde terör olayları, endüstriyel kazalar ve diğer şiddet olaylarının artmasıyla birlikte daha sık karşılaşılan bir sağlık sorunudur. Kapalı ortamlardaki patlamalar, açık alanlara kıyasla daha yıkıcı sonuçlar doğurarak, yaralanmaların şiddetini artırmaktadır (12).

2.3. Travma Skorlama Sistemi

Hastanın yaşadığı travmanın şiddeti ve kapsamı, travma skorları sayesinde daha net bir şekilde belirlenerek tedavi planlaması ve prognoz öngörme süreçlerine yön verir (13).

Güvenilir ve pratik bir travma skorlama sistemi, hafif yaralanmaları abartmadan, ağır yaralanmaları ise hafife almadan doğru bir değerlendirme yapmalı ve böylece tedavi süreçlerinin daha etkin olmasını sağlamalıdır (14).

Travma skorlama sistemi anatomik, fizyolojik ve kombine olmak üzere sınıflandırılmıştır. Anatomik skorlar yaralanmanın anatomik yapılar üzerindeki etkisini, fizyolojik skorlar ise vücut sistemlerinin işleyişindeki bozulmaları değerlendirir.

Tablo 1. Anatomik Skorlama Sistemleri

Kısaltılmış Yaralanma Skalası (Abbreviated Injury Scale [AIS])
Yaralanma Ciddiyet Skoru (Injury Severity Score [ISS])
Yeni Yaralanma Ciddiyet Skalası (New Injury Severity Score [NISS])

Tablo 2. Fizyolojik Skorlama Sistemleri

Glasgow Koma Skalası (Glasgow Coma Scale [GKS])
Düzeltilmiş Travma Skoru (Revised Trauma Score [RTS])
Acil Travma Skoru (Emergency Trauma Score [EMTRAS])
Akut Fizyoloji ve Kronik Sağlık Değerlendirmesi Skoru (APACHE)
Travma Skoru (TS)
MGAP Skoru (Mechanism, GCS, Age, Arterial Pressure)
GAP Skoru (GCS, Age, Arterial Pressure)

Tablo 3. Kombine Skorlama Sistemleri

Travma Ciddiyet Tanımlaması (A Severity Characterization of Trauma [ASCOT])
Travma ve Yaralanma Ciddiyet Skalası (Trauma and Injury Severity Score [TRISS])
ICD-tabanlı Yaralanma Ciddiyet Skalası (ICD- based Injury Severity Scale [ICISS])

2.3.1. Yaralanma Ciddiyet Skoru (Injury Severity Score [ISS])

ISS, birden fazla yaralanması olan hastalar için genel bir skor sağlayan anatomik bir puanlama sistemidir (15).

ISS, yaralanmaları, vücudun çeşitli bölgelerindeki yaralanmaların ciddiyetini karakterize eden anatomik bir puanlama sistemi olan AIS göre sınıflandırır. En ağır yaralanan üç vücut bölgesinin en yüksek AIS skorlarının karelerinin toplamı şeklinde hesaplanır. Puanlama en düşük 1 ile en yüksek 75 arasında değişir (16). Çoklu yaralanma hastaları; baş-boyun, yüz, göğüs, karın, ekstremiteler ve eksternal olarak altı vücut bölümlerine ayrılır (17).

2.4. Yoğun Bakımda Travma Hastasına Yaklaşım

Travma hastasına acil serviste ve ameliyathanede sağlandığı gibi yoğun bakımda da sürekli olarak resüsitasyon sağlanmalıdır. Yoğun bakımda travma hastasına yaklaşım hemodinamik dengenin sağlanması, koagülopatinin düzeltilmesi ve genel destekleyici bakımı içerir (18, 19).

2.4.1. Solunum Desteği

Travmalı hastalarda yeterli oksijenasyon ve ventilasyonu sağlamak için solunum desteği yoğun bakımda da devam ettirilmelidir. Metabolik asidoz üzerine eklenen solunum asidozu kritik hastalarda son derecede zararlı olabilmektedir (20). Hipovolemik hastalarda yüksek pozitif ekspirasyon sonu basınçlı ventilasyon teknikleri intratorasik basıncı artırarak derin hipotansiyona neden olabilmektedir (21).

2.4.2. Sıvı Tedavisi ve Kan Transfüzyonu

Travmatik şokun yönetilmesinde öncelik şokun tanınmasıdır. Hipotansiyon meydana gelmeden önce şokun tanınması çok önemlidir. Hacim yüklenmesi desteğin temel dayanağıdır. Bunun yanında kanaması devam eden hastanın kanamayı durdurucu müdahalelerin yapılması birinci önceliktir (22).

Hipotansiyonun olup olmaması şok tanısı için ön koşul değildir. Kan hacminin %30 veya daha fazlasını kaybedene kadar belirgin hipotansiyon gelişmeyebilir. Yetersiz doku perfüzyonunu değerlendirmede bazı parametrelere dikkat edilmelidir. Kapiller dolum

zamanının uzaması, cilt sıcaklığının düşmesi, idrar çıkışının azalması, bilinç durumun bozulması, serum laktat seviyesinin yükselmesi ve metabolik asidozun derinleşmesi gibi parametreler yetersiz doku perfüzyonunun göstergeleridir (23).

Travma hastalarında kan ürünleri sağlanıncaya kadar hipotansiyondan kaçınılarak dengeli kristalloid uygulanmalıdır. Kristalloidlerin büyük miktarda infüzyonu şiddetli kanaması olan hastalarda kötü sonuçlar ile ilişkilendirilmiştir (24, 25). Sıvı Resüsitasyonu için ringer laktat, plasma-lyte ya da %0,9 NaCl gibi kristalloidler önerilmektedir. Yüksek miktarda kullanılan %0,9 NaCl metabolik asidoz ve akut böbrek yetmezliğine, ringer laktatın yüksek miktar kullanımı ise laktat metabolizmasını bozarak metabolik alkalozu neden olabilmektedir (26). Sıvı resüsitasyonunda ortalama arter basıncı hedefi penetran yaralanmalar için 65 mmHg üzerinde, künt yaralanmalar için ise 85 mmHg üzeri olmalıdır. Saatlik idrar çıkışı 0,5 mL/kg'ın üzerinde, serum laktat seviyesinin 2 mmol/L'nin altında ve baz eksisinin (BE) normal seviyede tutulması hedeflenmelidir (27, 28).

Kan transfüzyonunun temel hedefi, intravasküler hacmi korumak, oksijen taşıma kapasitesini artırmak ve koagülopatiyi düzeltmektir. Kan transfüzyon ihtiyacı olduğu tespit edilir edilmez en kısa sürede kan ürünleri verilmelidir. Kan ürünleri (eritrosit süspansiyonu, trombosit süspansiyonu, taze donmuş plazma) eşit oranlarda (1:1:1) verilmelidir (29, 30).

Travmalı hastadaki koagülasyon bozuklukları travma kaynaklı koagülopati ve resüsitasyon ile ilişkili koagülopati olmak üzere iki kategoride tanımlanır. Travma kaynaklı koagülopatide kanama kontrolü için pıhtılaşma faktörlerinin sistemik tüketimi ile meydana gelir. Resüsitasyon ile ilişkili koagülopatide ise büyük hacimlerde kullanılan sıvılara bağlı dilüsyonel koagülopati gelişir. Laboratuvar verileri ve yatak başı tanı testleri ile koagülasyon takip edilmelidir (31).

2.4.3. Hipotermi

Travma hastalarında hipotermi, çevresel maruziyet, anestezi ilaçları kaynaklı vazodilatasyon ve büyük hacimli ısıtılmamış sıvı tedavileri nedenli gelişebilir (32). Kontrol edilemeyen hipotermiler koagülasyon bozuklukları, disritmiler ve

enfeksiyonlarla ilişkilendirilmiştir. Disritmiler, bradikardi, birinci derece kalp bloğu ve QT uzaması olarak ortaya çıkabilir (33, 34).

2.5. İyonize Kalsiyum

2.5.1. Kalsiyum

İnsan vücudunda en çok bulunan mineral kalsiyumdur. Yetişkin bir insanda yaklaşık 1 kilogram kadardır ve bunun %99 undan fazlası kalsiyum fosfat formunda iskelet sisteminde bulunur. Geriye kalan küçük miktardaki kalsiyum ekstraselüler sıvıda yer alır (35,36).

Ekstraselüler sıvıda bulunan kalsiyumun %40 ı serum proteinine bağlı şekilde, %10 u çeşitli anyonlar ile kompleks oluşturmuş şekilde ve %50 si iCa şeklinde bulunur (37, 38).

Plazma kalsiyumunun normal değeri 8,8-10,4 mg/dl'dir. İyonize kalsiyum ise farklı aralıklarda tanımlanmasına rağmen çoğunlukla 1,2-1,3 mmol/L arasında kabul görür (39, 40).

Kalsiyum kas kasılmasında, enzimlerin aktivasyonunda, hormonların ve nörotransmitterlerin salınımında, immun cevapta, apoptozda, sinir iletiminde, vazodilatasyonda, kemik metabolizmasında, koagülasyonda ve daha birçok yerde önemli rol oynar (41, 42).

2.5.2. Kalsiyum Döngüsü

Kalsiyum vücudumuzda önemli işlevlerde rol aldığı için düzeyi çok sıkı şekilde korunur (43). Kalsiyum düzeyi paratiroid hormonu, 1,25-dihidroksivitamin D-3, kalsitonin gibi hormonlar ile sağlanır (44, 45). Böbrekler kalsiyum düzeyini dakikalar içerisinde düzenlerken bağırsak ve iskelet sistemi orta-uzun vadede kalsiyum dengesini sağlar (46, 47).

Paratiroid hücrelerindeki reseptörler sayesinde kalsiyum sürekli kontrol altında tutulmaya çalışılır. Paratiroid bezleri, serum kalsiyumundaki azalmaya karşı paratiroid hormonu salgılar. Paratiroid hormonu böbreklere etki ederek henle kulpunun çıkan kolunda, distal kıvrımlı tübülde ve toplayıcı kanalda kalsiyum geri emilimini artırır. Ek olarak böbreklerden Vitamin D3 salgılanmasını arttırarak bağırsaklardan kalsiyum emilimini

uyarır. Paratiroid hormon osteoblastları inhibe osteoklastları aktive ederek kemik yıkımına ve buna bağlı olarak serum kalsiyum seviyesinin yükselmesine sebep olur (44, 48, 49).

Plazmada serbest ve aktif formda bulunan iki değerlikli kalsiyum katyonu iCa olarak adlandırılır. Serum proteinindeki değişiklikler iCa'un seviyesinde önemli rol oynar. Albumin (Alb), iCa konsantrasyonun kısa süreli idamesinde kalsiyum tamponu olarak işlev görür. İyonize kalsiyum ve serum proteinine bağlı kalsiyum denge içerisinde. İyonize kalsiyumdaki düşüşü albumine bağlı kalsiyumun salınımı ile kompanse eder. Albumin-kalsiyum tamponu pH değişikliklerden önemli derecede etkilenir. İzole pH yüksekliği sonucu iCa düşerken tam tersine izole pH azaldığında iCa miktarı artar (50, 51).

2.5.4. Travmada Hipokalsemi

Ciddi kan kaybı yaşayan ve masif transfüzyon ihtiyacı olan travma hastalarının ciddi hipokalsemik ($iCa^{+2} < 0.9$ mmol/L) olduğu ve mortaliteyi arttırdığı görülmüştür (52, 53). Kalsiyuma bağlı yollar vazomotor tonus, trombosit fonksiyonu, intrinsik ve ekstrinsik yol aracılı pıhtılaşmada anahtar rol oynar ve bu nedenle hemorajik şok ve resüsitasyonda önemli bir yere sahiptir (54,55). Hem travma hem de transfüzyon prosedürleri hipokalseminin kötüleşmesine yol açar (56, 57). Bu nedenle travma hastalarında hipokalseminin rolü, resüsitasyonu optimize etmek, mortalite ve kan transfüzyon ihtiyacı arasındaki ilişkiyi anlamak amacıyla yeni bir çalışma alanı olmuştur. Ditzel ve ark. hipokalseminin hipotermi, koagülopati ve asidozdan oluşan ölümcül üçgene dahil edilmesi gerektiğini savunmuştur (54).

Paketlenmiş kırmızı kan hücresi ve taze dondurulmuş plazma gibi sitrat içeren ürünlerin de resüsitasyon sırasında hipokalsemiyi derinleştirdiği bilinmektedir. Özellikle hipoperfüzyon ve hipotermiye bağlı olarak azalmış karaciğer fonksiyonu nedeniyle sitratı yeterli şekilde metabolize edemeyen şoklu hastalarda bu durum geçerlidir (58, 59).

3. GEREÇ ve YÖNTEM

Bu çalışma, Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun 01.12.2023 tarihli, 2023/12 toplantı numaralı, 2011-KAEK-2 kurul kodlu etik kurul izni ile gerçekleştirilmiştir. Araştırma retrospektif, tek merkezli, gözlemsel bir kohort çalışması olarak tasarlandı.

Çalışmamıza 01.01.2021 ile 31.12.2023 tarihleri arasında travma nedeniyle Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesi Hastanesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon Yoğun Bakıma yatırılan hastalar dahil edildi. Retrospektif olarak kliniğimizin veri tabanından toplam 130 hasta dosyası incelenmiştir. Uygun kriterlere sahip, verileri tam olan 92 hasta çalışmaya dahil edildi. Eksik verileri bulunan 38 hasta çalışma dışı bırakıldı.

Çalışmaya dahil edilme kriterleri

- 18 ve 80 yaş arasında olmak
- Travma nedeniyle yoğun bakım ünitesinde yatmak

Çalışmaya dahil edilmeme kriterleri

- 18 yaş altı ve 80 yaş üstü olmak
- Gebe olmak
- Kalsiyum kanal blokeri kullanmak
- Kronik karaciğer hastalığının olması

Çalışma verileri hastanenin veri tabanından geriye dönük olarak toplanmıştır. Çalışmaya dahil edilen hastaların demografik özellikleri, kullandığı ilaçları, komorbiditeleri, travmanın meydana geliş şekli, rutin laboratuvar parametreleri, başvuru anında ölçülen GKS değerleri, inotrop ihtiyacı, mekanik ventilatör ihtiyacı, mekanik ventilatörde kalış süresi, yoğun bakım yatış süresi ve hastaların klinik sonlanımı (taburculuk, eksitus) ile ilgili bilgiler kaydedildi. Hastaların İSS skorları hesaplandı.

Bu çalışma retrospektif nitelikte olduğu için hastalardan ek yazılı onam alınmamış, ancak tüm veriler kişisel verilerin korunma kanunu kapsamında anonimleştirilmiştir.

Hastalarımızın tedavilerinin bir parçası olarak uygulanan kan ürünü replasmanına ait veriler hasta epikrizlerinden elde edildi. Kayıt altına alınan kan ürünlerine ait veriler hastalarımızın başvuru anından itibaren ilk 24 içerisinde kullanılan kan ürünlerinin miktarlarını ifade etmektedir.

Hastalar acil serviste ilk alınan kan gazındaki iCa düzeylerine göre; iCa <1.00 mmol/L olan hipokalsemik hastalar ve iCa $\geq$ 1.00 mmol/L olan normokalsemik hastalar olarak iki gruba ayrıldı.

İstatiksel Analiz Yöntemi

İstatistiksel analizler IBM SPSS Statistics 20 paket programı kullanılarak yapıldı. Sürekli değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro-Wilk testi ile kontrol edildi. Veriler hasta sayısı (%), ortanca (min-maks), ortalama $\pm$ SD olarak ifade edildi. Sürekli değişkenleri karşılaştırmak için Student T veya Mann Whitney U testi, kategorik değişkenleri karşılaştırmak için Ki-kare testi kullanıldı. İyonize kalsiyum düzeyleri grupları arasında sağkalım araştırılırken Kaplan-Meier analizi ve logrank testi kullanıldı. Kalsiyum grupları karşılaştırılırken $p<0,2$ saptanan değişkenler mortaliteyi etkileyen olası faktörler olarak değerlendirilip univariate Cox regresyon analizine alındı. Univariate analizlerde mortaliteyi etkilediği bulunan değişkenler multivariate Cox regresyon analizine alınarak mortalite için bağımsız birer risk faktörü olup olmadıkları araştırıldı. $P<0,05$ değerleri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

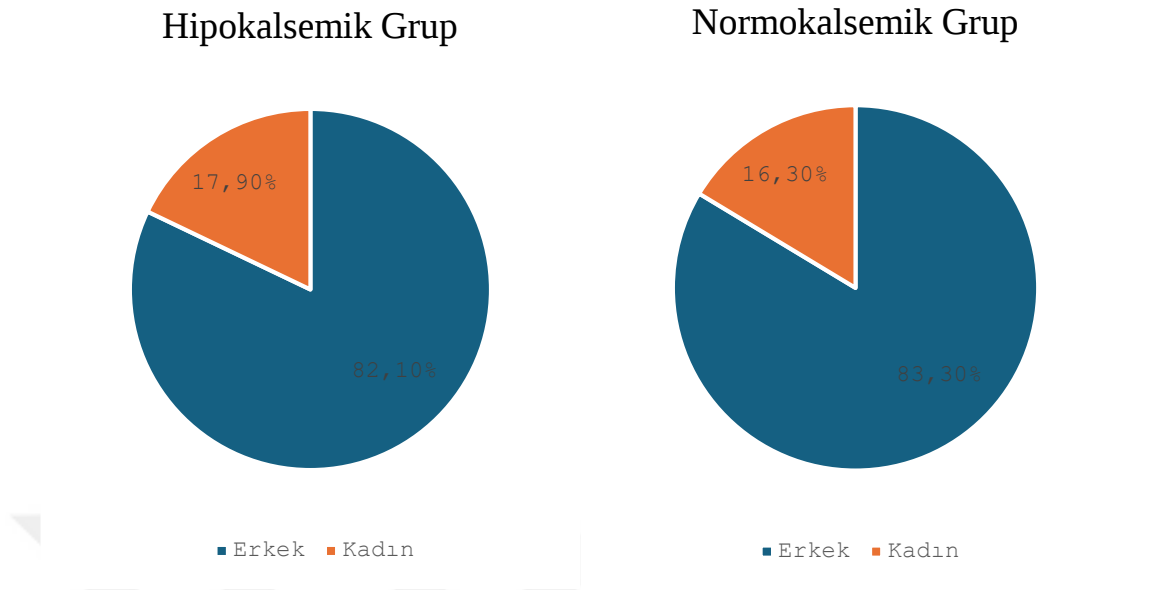
4. BULGULAR

Çalışmamıza 01.01.2021 ile 31.12.2023 tarihleri arasında anesteziyoloji ve reanimasyon yoğun bakımında takip edilen 92 travma hastası dahil edildi. Hastaların %82,6'sı erkek, %17,4'ü kadın olup ortalama yaşları 51 idi. Her iki grup arasında cinsiyet ($p=0,883$) ve yaş ($p=0,217$) açısından anlamlı farklılık yoktu (Tablo 4, Şekil 1). Hastaların ek hastalık durumları Tablo 4'de ve Şekil 2'de gösterilmiştir. Sırasıyla hastaların 73,9'unda koroner arter hastalığı (KAH), %4,3'ünde kalp yetmezliği (KY), %16,3'ünde hipertansiyon (HT), %13'ünde diabetes mellitus (DM), %9,8'inde astım-kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOA) ve %1,1'inde kronik böbrek hastalığı (KBH) mevcuttu. Gruplar arası ek hastalık açısından anlamlı farklılık yoktu (Tablo 4). Hastaların hastanede yatış sürelerinin ortancası 7 gün olup gruplar arası farklılık yoktu ($p=0,417$, Tablo 4). Hastaların %60,9'u trafik kazası, %22,8'i düşme ve %16,3'ü ateşli silah yaralanması nedeniyle yoğun bakıma yatırılmıştı (Tablo 4, Şekil 2).

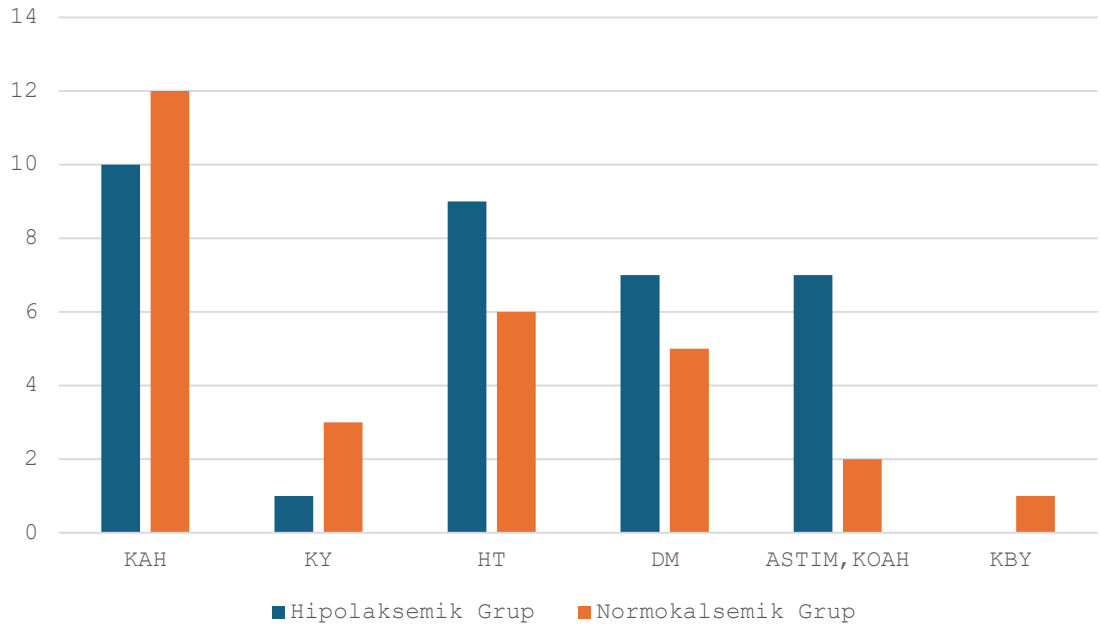
Tablo 4. Hastaların demografik özellikleri, yoğun bakım yatış nedenleri ve süreleri

	Total (n=92)	Ca<1.00mmol/L (n=56)	Ca≥1.00mmol/L (n=36)	P
Cinsiyet, E/K, n (%)	76 (82,6)/ 16 (17,4)	46 (82,1)/ 10 (17,9)	30 (83,3)/ 6 (16,7)	0,883 [#]
Yaş, ortalama (IQR)	51 (38)	45 (40)	56 (43)	0,217*
Ek hastalık				
KAH, yok/var, n(%)	70 (76,1)/ 22 (23,9)	46 (82,1)/ 10 (17,9)	24 (66,7)/ 12 (33,3)	0,089 [#]
KY, yok/var, n(%)	88 (95,7)/ 4 (4,3)	55 (98,2)/ 1 (1,8)	33 (91,7)/ 3 (8,3)	0,133 [#]
HT, yok/var, n(%)	77 (83,7)/ 15 (16,3)	47 (83,9)/ 9 (16,1)	30 (83,3)/ 6 (16,7)	0,940
DM, yok/var, n(%)	80 (87)/ 12 (13)	49 (87,5)/ 7 (12,5)	31 (86,1)/ 5 (13,9)	0,847
ASTIM KOAH, yok/var, n(%)	83 (90,2)/ 9 (9,8)	49 (87,5)/ 7 (12,5)	34 (94,4)/ 2 (5,6)	0,274
KBY, yok/var, n(%)	56 (98,9)/ 1 (1,1)	56 (100)/ 0	35 (97,2)/ 1 (2,8)	0,210
Yatış süresi, gün, ortalama (IQR)	7 (16,75)	6,5 (15)	8 (36,75)	0,417*
Yatış nedeni, n(%)				
Trafik kazası	56 (60,9)/	35 (62,5)/	21 (58,3)/	0,910 [#]
Düşme	21 (22,8)/	12 (21,4)/	9 (25)/	
Ateşli silah yara	15 (16,3)	9 (9,8)	6 (16,7)	

Veriler hasta sayısı (%), ortalama (Interquartile range (IQR)) olarak verilmiştir. *Mann Whitney U, [#]Chi Square, E: Erkek, K: Kadın, KAH: Koroner Arter Hastalığı, KY: Kalp Yetmezliği, HT: Hiper Tansiyon, DM: Diabetes Mellitus, KOAH: Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı, KBH: Kronik Böbrek Hastalığı

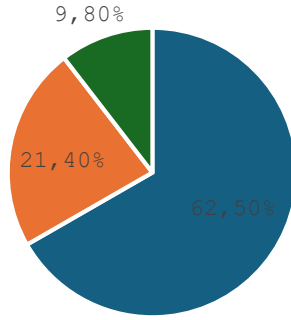


Şekil 1. Hastaların iCa gruplarına göre cinsiyet dağılımları



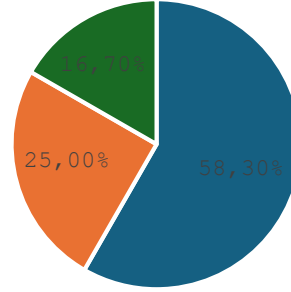
Şekil 2. Hastaların iCa gruplarına göre ek hastalık sayıları

Hipokalsemik Grup



■ Trafik Kazası
■ Düşme
■ Ateşli Silah Yaralanması

Normokalsemik Grup



■ Trafik Kazası
■ Düşme
■ Ateşli Silah Yaralanması

Şekil 3. Hastaların iCa gruplarına göre yatış nedeni dağılımı

Hastaların biyokimyasal değerleri Tablo 5’de gösterilmiş olup her iki grup arasında BE (p=0,017) ve Ca (p<0,001) değerleri hariç anlamlı farklılık yoktu.

Tablo 5. Hastaların biyokimyasal değerleri

	Ca<1.00mmol/L (n=56)	Ca≥1.00mmol/L (n=36)	p
Hb	11,99±2,67	12,53±2,78	0,427 ^e
Platalet	219,81 ±98,36	241,62 ±83,71	0,266 ^e
INR	1,20 (0,32)	1,1 (0,30)	0,212 [#]
Ca	0,87 (0,18)	1,04 (0,09)	<0,001 [#]
PH	7,30 (0,16)	7,33 (0,15)	0,053 [#]
PO2	58,9 (56,73)	64,30 (87)	0,311 [#]
Laktat	36 (35,25)	31 (32)	0,149 [#]
Baz eksikliği	-8,03±5,02	-5,92 ±5,49	0,017 ^e
Na	139 (4)	140 (5)	0,914 [#]
K	4,02 (0,70)	4,2 (0,81)	0,327 [#]
Cl	105,16 ±4,71	105,51±6,34	0,980 ^e
Mg	1,94 (0,51)	1,99 (0,37)	0,783 [#]
Alb	3,56 (0,90)	3,71 (1,06)	0,212 [#]

Veriler ortalama ± standart sapma, ortanca (Interquartile range (IQR)) olarak verilmiştir, ^eStudent T, [#]Mann Whitney U., Hb: Hemoglobin, INR: International Normalized Ratio, Alb: Albumin

Hastaların %52,2’sine kan replasmanı yapılmış olup her iki grup arasında replasman yapılması açısından farklılık gözlenmedi (p=0,234, Tablo 6). Hastalara ortalama 0,99 adet ES ve 0,80 adet TDP kullanılmış olup Ca<1.00mmol/L olan grupta ortalama kullanılan ES ve TDP miktarı Ca≥1.00mmol/L olan gruba göre anlamlı bir şekilde düşüktü (p=0,048, p=0,023, Tablo 6).

Hastaların %50'sinin cerrahi ihtiyacı, %63'ünün MV ihtiyacı ve %32,6'sının inotrop ihtiyacı olmuştur. MV'de kalış süresi ortancası 1 gün olup iki grup arasında anlamlı farklılık yoktur ($p=0,411$, Tablo 6). Hastaların GKS skorların ortancası 6.5, İSS skor ortancası 14 olup her iki grupta GKS ($p=0,720$) ve İSS($p=0,263$) skorlaması açısından anlamlı farklılık yoktu.

Hastaların %73,9'u mortal seyretmiştir ve her iki grup arasında mortalite açısından anlamlı farklılık yoktu ($p=0,434$, Tablo 6, Şekil 4).

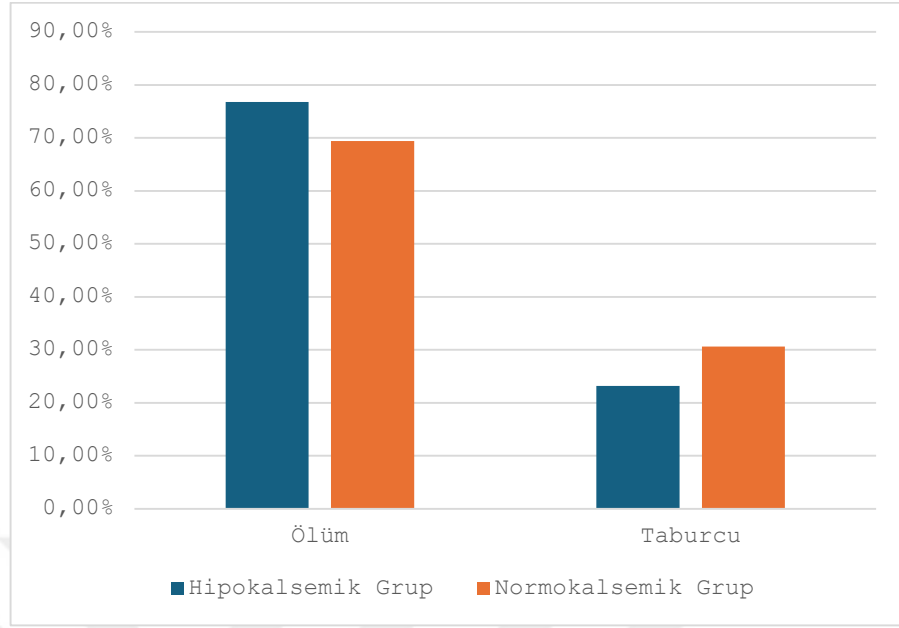
Tablo 6. Hastaların hastane içi özelliklerinin, sonuçlarının ve kan transfüzyonlarının karşılaştırılması

	Total	Ca<1.00mmol/L (n=56)	Ca≥1.00mmol/L (n=36)	p
Replasman, var/yok, n(%)	48 (52,2)/ 44 (47,8)	32 (57,1)/ 24 (42,9)	16 (44,4)/ 20 (55,6)	0,234 [#]
ES sayısı, adet	0,99±1,41	1,20±1,65	0,67±0,86	0,048 [€]
TDP sayısı, adet	0,80±1,37	1,04±1,59	0,44 ±0,84	0,023 [€]
MV ihtiyacı var/yok, n(%)	58 (63)/ 34 (37)	35 (62,5)/ 21 (37,5)	23 (63,9)/ 13 (36,1)	0,893 [#]
MV süresi, gün	1 (11)	1 (7)	1,5(17)	0,411 [*]
Cerrahi ihtiyacı, var/yok, n (%)	46 (50)/ 46(50)	25 (44,6)/ 31 (55,4)	21 (58,3)/ 15 (41,7)	0,200
İnotrop ihtiyacı, Var/yok n(%)	30 (32,6)/ 62 (67,4)	21 (37,5)/ 35 (62,5)	9 (25)/ 27 (75)	0,212 [#]
GKS skoru	6,5 (12)	5 (12)	9,5 (12)	0,720 [*]
İSS skoru	14 (9)	15,50 (10)	14 (13)	0,263 [*]
Mortalite, ölüm/taburcu, n(%)	68 (73,9)/ 24 (26,1)	43 (76,8)/ 13 (23,2)	25 (69,4)/ 11 (30,6)	0,434 [#]

Veriler hasta sayısı (%), ortalama ± standart sapma, ortanca (Interquartile range (IQR)) olarak verilmiştir

[€]Student T, [#]Mann Whitney U., ^{*}Chi Square, MV: Mekanik Ventilator, GKS: Glasgow Koma Skalası,

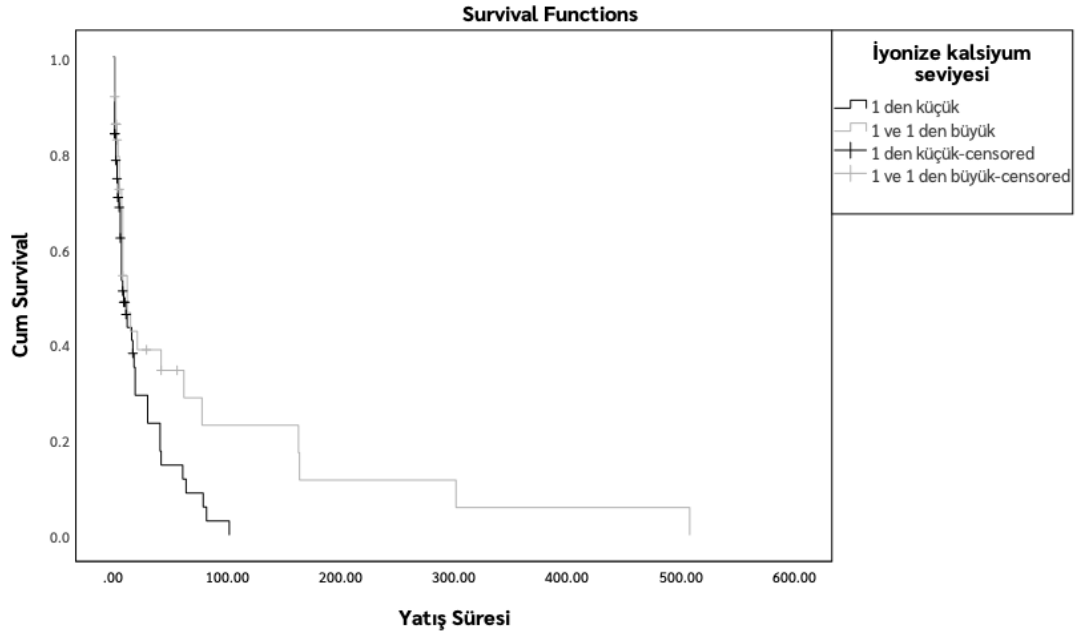
İSS: Injury Severity Score



Şekil 4. Hastaların iCa gruplarına göre ölüm ve taburculuk dağılımı

Ca<1.00mmol/L olan grupta 30 günlük sağkalım %29,2 bulunurken Ca≥1.00mmol/L olan grupta ise %34,4'idi (logrank p= 0,043). Şekil 1 hastaların Ca gruplarına göre sağkalım grafiğini göstermektedir. Ca için sağkalım analizi yaptık. Sağkalım iCa'u düşük olan grupta istatistiksel olarak daha düşüktü. Sonrasında yapılan cox regresyon analizinde pH (p=0,016), laktat (p=0,041), BE (p=0,043), TDP (p=0,019) ve ES replasmanının (p=0,004) mortaliteyi etkilediğini bulduk.

Bizim çalışmamızda hastaların biyokimyasal değerleri incelendiğinde her iki grup arasında BE (p=0,017) değerleri hariç anlamlı farklılık yoktu. Yapılan univariate analizde, artmış BE ile mortalite arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmuştur (0,043; OR: 0,959, GA: 0,921-0,999). Ancak, multivariable analizinde, BE diğer değişkenler ile birlikte değerlendirildiğinde mortalite üzerine etkisi anlamlı bulunmamıştır.



Şekil 5. Hastaların Ca gruplarına göre sağkalım analizi

Tablo 7. Cox Regresyon analizi

Değişken	Univariate analiz			Multivariable analiz		
	OR	%95 GA	p	OR	%95 GA	p
KAH varlığı	1,066	0,627-1,811	0,814			
KY varlığı	0,885	0,318-2,462	0,815			
Ca<1.00mmol/L olması	1,689	0,994-2,867	0,052	1,617	0,915-2,859	0,098
pH	0,146	0,030-0,720	0,016	0,213	0,006-8,040	0,404
Laktat	1,007	1,000-1,014	0,041	1,005	0,993-1,017	0,403
BE	0,959	0,921-0,999	0,043	1,020	0,934-1,114	0,654
ES replasmanı (her bir ünite için)	1,279	1,081-1,514	0,004	1,170	0,882-1,551	0,277
TDP replasmanı (her bir ünite için)	1,247	1,037-1,499	0,019	1,033	0,762-1,401	0,833

5. TARTIŞMA

Travma, tüm dünyada genç erişkin yaş grubundaki ölümlerin önde gelen nedenlerinden biri olup, her yaştan bireyi etkileyebilen, yüksek mortalite ve morbidite oranlarına sahip önemli bir halk sağlığı sorunudur. Travma durumlarında fizyolojik denge hızla bozulabilir ve bu durum, erken dönemde etkili müdahaleleri gerekli kılar. Travma sonrası ortaya çıkan metabolik ve hemodinamik değişiklikler, özellikle iyon dengesini ve elektrolit seviyelerini önemli ölçüde etkiler. Bu süreçte en kritik iyonlardan biri olan iCa, yalnızca kemik sağlığı açısından değil, aynı zamanda pıhtılaşma kaskadının düzgün işleyişi, kalp kasının kontraktilitesi, nöromusküler ileti ve hücre içi sinyal iletimi gibi birçok temel fizyolojik süreç için vazgeçilmezdir (60). İyonize kalsiyum, total kalsiyumdan farklı olarak doğrudan biyolojik olarak aktif fraksiyonu temsil eder ve bu nedenle travma hastalarında klinik anlamda daha belirleyici bir parametre olarak değerlendirilir.

Kalsiyum homeostazisi, vücutta paratiroid hormon (PTH), D vitamini ve kalsitonin gibi hormonlar aracılığıyla sıkı bir şekilde kontrol edilir. Ancak travma sonrası gelişen asidoz, hipoperfüzyon, doku yıkımı ve dilüsyonel etkiler bu düzeni kolaylıkla bozabilmektedir. Ek olarak, hipovolemi nedeniyle uygulanan masif sıvı ve kan transfüzyonları, özellikle sitrat içeren ürünlerin kullanımı, iCa düzeylerinde düşüşe neden olabilir. Bu bağlamda, travmanın neden olduğu sistemik stresin ve tedavi sürecinde kullanılan destekleyici tedavilerin, hipokalsemi gelişiminde önemli rol oynadığı düşünülmektedir (61,62).

Yapılan çeşitli çalışmalarda, travma hastalarında hipokalseminin daha yüksek mortalite ile ilişkili olduğu gösterilmiştir (63,64,65). Bu durum, iCa düzeyinin sadece bir biyokimyasal parametre değil, aynı zamanda prognozu etkileyebilecek önemli bir belirteç olduğunu düşündürmektedir. Biz de bu bilgiler ışığında, çalışmamızda travma hastalarında iCa düzeylerinin prognoz üzerindeki etkisini araştırmayı amaçladık. Bulgularımızın, klinik pratiğe katkı sağlayabilecek şekilde erken tanı ve tedavi stratejilerinde iCa'un daha etkin kullanılmasına yönelik farkındalık yaratmasını hedefliyoruz.

Ciaraglia ve ark. (2024) yaptığı çalışmada, iCa düzeyinin eşik değeri 1.00 olarak kabul edildi ve $iCa < 1.00 \text{ mmol/L}$ hipokalsemi olarak tanımlandı (66). Bizim çalışmamızda benzer şekilde $iCa < 1.00 \text{ mmol/L}$ (n=56) hipokalsemi, $iCa \geq 1.00 \text{ mmol/L}$ (n=36) normokalsemi olarak iki grup tanımladık.

Çalışmalarda travma hastalarındaki cinsiyet oranı değerlendirildiğinde erkek hastaların kadın hastalara göre daha fazla olduğu görülmüştür (67, 68, 69, 70). Bizim çalışmamızda hastalarımızın cinsiyete göre dağılımına bakıldığında %82,6'sı (n=76) erkek, %17,4'ü (n=16) kadındır. Erkeklerin toplumsal hayattaki rolü, zorlu çalışma şartları, motorlu taşıt kullanımındaki yaygınlığı gibi durumlar düşünüldüğünde erkeklerin kadınlara oranla neden daha fazla travmaya maruz kaldığını açıklayabiliriz (71, 72). Her iki grup arasında cinsiyet (p=0,883) açısından anlamlı farklılık yoktu.

Ülkemizin genç nüfus yapısı, sosyal yaşamda ve iş gücünde genç ve orta yaş bireylerin daha yoğun biçimde yer almasına neden olmaktadır. Bu demografik özellik dikkate alındığında, travmaya bağlı başvuruların büyük ölçüde bu yaş grubunda yoğunlaşması beklenen bir durumdur. Çalışmamızda, literatürle uyumlu olarak hastaların yaş ortalama değerini 51 yıl olarak bulduk (73, 74). Her iki grup arasında yaş açısından anlamlı farklılık yoktu (p=0,217).

Çalışmamıza dahil ettiğimiz hastalar arasında travma nedenleri içerisinde %60,9 (n=56) ile trafik kazaları birinci sırada yer alırken düşmeler %22,8 (n=21) ile ikinci sırada yer aldı. Zieleskiewicz ve ark. (2018) yapmış olduğu çalışmada hastaların travma nedenlerinin %69,7'si trafik kazası ve %16,3'ü düşmeler oluşturmuş, Verma ve ark. (2018) yapmış olduğu çalışmada ise %66,4'ünü trafik kazası ve %22,37'sini düşmeler oluşturmuştur (73, 76). Bizim çalışmamızda da travma nedenleri açısından literatür sonuçları ile benzer olduğu görüldü.

Travma hastalarında BE, doku perfüzyonunun bozulduğuna işaret eden önemli bir biyokimyasal göstergedir ve özellikle travmatik hemorajik şok durumlarında mortaliteyi öngörmede bağımsız bir belirteç olarak kabul edilmektedir (77). Callaway ve ark. yaptığı çalışmada, BE -6 mEq/L 'nin altında olan hastalarda mortalite oranlarının anlamlı şekilde daha yüksek olduğu bildirilmiştir (78). Çalışmamızda elde edilen veriler de bu literatür bilgilerini destekler niteliktedir. Hipokalsemik hasta grubunda, BE değerleri

normokalsemik gruba kıyasla anlamlı şekilde daha negatif bulunmuştur. Elde edilen sonuçlar, hipokalseminin sistemik hipoperfüzyonla ilişkili olabileceğine işaret etmektedir.

Çalışmamızda hastaların %52,2'sine kan replasmanı uygulanmış olup, hipokalsemik ve normokalsemik gruplar arasında kan ürünü replasmanı açısından anlamlı bir fark saptanmamıştır ($p=0,234$). Bu bulgu, travma sonrası kan replasman ihtiyacının iCa düzeyiyle doğrudan ilişkili olmayabileceğini, replasman gerekliliğinin daha çok travmanın şiddeti, hemodinamik durum ve kanama miktarına bağlı olduğunu düşündürmektedir. Literatürde bu konuda farklı sonuçlar rapor edilmiştir. Magnotti ve ark. (2011) yapmış olduğu çalışmada hipokalsemik hastaların anlamlı derecede daha fazla kan ürünü replasmanına ihtiyaç duyduğu bulunmuştur (64).

Travma hastalarında GKS nörolojik durumun, İSS ise travmanın anatomik kapsam ve ciddiyetinin değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılan objektif skorlama sistemleridir. Yapılan çalışmalar GKS ile mortalite arasında anlamlı bir ilişkili olduğunu göstermektedir (79, 80). Çalışmamızda hipokalsemik ve normokalsemik hasta grupları arasında GKS ($p=0,720$) ve İSS ($p=0,263$) değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır. Bu sonuç, her iki grubun nörolojik durumu ve yaralanma şiddeti açısından benzer özellikler taşıdığını, dolayısıyla gözlenen sağkalım farkının bu skorlamalardan kaynaklanmadığını düşündürmektedir.

Travma sonrası gelişen hipokalsemi, genellikle masif kan kaybı ve dilüe resüsitasyonun bir sonucu olup, doku perfüzyonunu bozarak organ yetmezliği ve mortalite riskini artırabilir. Bu nedenle, hipokalseminin erken tespiti ve düzeltilmesi, sağkalımı iyileştirebilir. Çalışmamızda yapılan 30 günlük sağkalım analizinde gruplar arasında anlamlı bir fark olduğu görülmüştür. Hipokalsemik hastaların sağkalımı daha düşüktür. Literatürde de benzer şekilde, düşük iCa düzeylerinin travma sonrası sağkalımı olumsuz etkilediğini gösteren çalışmalar mevcuttur (81, 82).

Gruplarımız arasında mortalite açısından fark bulunmamıştır fakat hastalarımızın mortalitesi (%73,9) literatürde bildirilen oranlarla kıyaslandığında belirgin şekilde daha yüksektir (83, 84, 62). Bu farklılık hastaların travma şiddetinin daha yüksek düzeyde bulunmasıyla ilişkili olabilir.

Çalışmalarda, pH düzeyinin düşüklüğü ve laktat yüksekliği travmalı hastalarda mortalite ile güçlü bir ilişki göstermektedir. Ross ve ark. (2017) yapmış olduğu çalışmada, $pH \leq 7.0$ olan travma hastalarında mortalitenin %62,1 olduğu ve pH'nın mortalite için en güçlü belirleyici olduğu üzerinde durulmuştur (85). 2021 yılında yapılan benzer bir çalışmada da BE, laktat ve pH değerlerinin 72 saatlik mortaliteyi öngörmede bağımsız prediktörler olduğu gösterilmiştir (86).

Ağır travmaya bağlı gelişen hipovolemi, koagülopati ve doku hipoperfüzyonu gibi durumlar, erken dönemde yoğun kan ürünleri replasmanını gerektirebilmekte ve bu hastalarda mortalite riskini artırabilmektedir. Transfüzyon miktarı hem travma şiddetinin bir göstergesi hem de potansiyel bir risk faktörü olarak değerlendirilmektedir (87, 88). Çalışmamızda da TDP ve ES replasmanı mortalite ile istatistiksel olarak anlamlı şekilde ilişkili bulunmuştur.

Hastalarımızda gruplar arasında vazopressör ihtiyacı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır. Ancak literatürde, hipokalseminin hemodinamik stabiliteyi olumsuz etkileyebileceği ve bu hastalarda dolaşım desteği ihtiyacının artabileceği yönünde bulgular mevcuttur. Örneğin, hipokalsemik hastalarda vazopressör ihtiyacının daha fazla olduğunu ortaya koyan bir çalışmada; normokalsemik hastaların yalnızca %14'üne vazopressör desteği gerekirken, hipokalsemik hastaların %41'ine vazopressör tedavisi uygulandığı belirtilmiştir (89). Bu bulgu, hipokalseminin kardiyovasküler sistem üzerindeki etkilerine bağlanabilir; çünkü iCa, miyokard kontraktilitesi ve vasküler tonusun korunmasında kritik bir rol oynar. Kalsiyum düzeylerindeki düşüş, miyokardiyal kasılma gücünü azaltarak kalp debisini düşürebilir ve periferik vasküler dirençte azalmaya neden olabilir. Bu durum, sistemik hipotansiyon gelişimine yol açarak vazopressör desteği ihtiyacını artırabilir. Dolayısıyla, çalışmamızda istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiş olsa da, hipokalseminin hemodinamik parametreler üzerindeki olası etkileri klinik açıdan göz ardı edilmemelidir. Bu nedenle, özellikle ağır travmalı hastaların erken dönem takibinde iCa düzeylerinin izlenmesi ve gerektiğinde zamanında müdahale edilmesi, dolaşım desteği gereksinimini azaltabilir ve klinik sonuçları olumlu yönde etkileyebilir.

Çalışmamızda yapılan tek değişkenli analizlerde pH, laktat, BE, TDP ve ES replasmanının mortalite ile istatistiksel olarak anlamlı ilişkili olduğu saptanmıştır. Ancak çok değişkenli analiz sonuçlarına göre, bu değişkenlerin hiçbiri bağımsız bir mortalite belirleyicisi olarak bulunmamıştır. Bu durum, söz konusu parametrelerin mortalite ile ilişkili olduğu, ancak aralarındaki olası etkileşimler veya altta yatan klinik durumların etkisiyle bağımsız risk faktörü olarak belirlenemedikleri anlaşılmaktadır.

Çalışmamızda hastaların nabız, kan basıncı gibi hemodinamik ölçümleri, ilk 24 saat sonrasındaki transfüzyon ihtiyaçları retrospektif bir çalışma olduğu için kaydedilmemiştir. Mortalite için erken dönem, geç dönem ayrımı yapılamamıştır. Geç dönemde mortaliteye etki edebilecek sepsis, çoklu organ disfonksiyonu gibi birçok faktör belirtilmemiştir. Bunlar çalışmamızın kısıtlı kalan yönleridir.

6. SONUÇ

Çalışmamızda, travma nedeniyle yoğun bakımda takip edilen hastalarda iCa düzeylerinin prognoz üzerindeki etkisi incelenmiştir. Elde edilen veriler doğrultusunda, düşük iCa düzeyine sahip hastalar ile normal düzeyde olanlar karşılaştırıldığında, mortalite açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır. Ancak düşük iCa düzeyine sahip hasta grubunda 30 günlük sağkalım oranlarının daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Bu bulgu, düşük iCa seviyesinin mortaliteyi artırmasa da kısa vadeli prognoz üzerinde olumsuz etkiler yaratabileceğini düşündürmektedir.

Travma hastalarında iCa düzeylerinin yakın takip edilmesinin ve gerekirse erken dönemde müdahale edilmesinin, sağkalımı iyileştirme potansiyeli açısından önemli olabileceği ortaya konmuştur. Bulgularımızın, bu alanda yapılacak daha geniş ölçekli ve prospektif çalışmalarla desteklenmesi gerektiğini düşünmekteyiz.

7. KAYNAKLAR

1. Çırak, B., Güven, M.B., Işık, S., Kıymaz, N., Demir, Ö. (1999). 'An epidemiologic study on patients admitted to emergency service'. Ulus Travma Acil Cerrahi Derg, 5(3), 157–159.
2. Aydede, H. (2010) 'Sıvı ve elektrolit dengesi' in Miller, R.D. (ed.), Miller Anestezi. İzmir: İzmir Güven Kitabevi.
3. Vasudeva, M., Mathew, J.K., Groombridge, C., Tee, J.W., Johnny, C.S., Maini, A., et al. (2021). 'Hypocalcemia in trauma patients: a systematic review'. J Trauma Acute Care Surg, 90, pp.396–402.
4. Moore, H.B., Tessmer, M.T., Moore, E.E., Sperry, J.L., Cohen, M.J., Chapman, M.P., et al. (2020). 'Forgot calcium? Admission ionized-calcium in two civilian randomized controlled trials of prehospital plasma for traumatic hemorrhagic shock'. J Trauma Acute Care Surg, 88, pp.588–596.
5. Demir, Ö., Sarıtaş, T.B. (2022). 'Retrospective investigation of patients with multitrauma in the intensive care unit'. J Turk Soc Intens Care, 20(4), pp.207–213.
6. Turculeț, C.Ş., Georgescu, T.F., Iordache, F., Ene, D., Gaşpar, B., Beuran, M. (2021). 'Polytrauma: The European paradigm'. Chir Buchar Rom 1990, 116(6), pp.664–668.
7. Ertekin, C. (2002). 'Multiple travmalı hastaya yaklaşım'. Yoğun Bakım Dergisi, 2(2), pp.77–87.
8. Palmer, C. (ed.) (2007). Major trauma and the injury severity score – where should we set the bar? In: Annual Proceedings / Association for the Advancement of Automotive Medicine. Association for the Advancement of Automotive Medicine.
9. American College of Surgeons Committee on Trauma. (2018). ATLS Advanced Trauma Life Support. 10th ed. [Internet]. American College of Surgeons. <https://viaaerearcp.files.wordpress.com/2018/02/atls-2018.pdf>
10. Cole, E. (2009). Trauma care: Initial assessment and management in the emergency department. Hoboken: Wiley-Blackwell, pp.2–20, 147–176.
11. Burlew, C.N., Moore, E.E. (2015). 'Trauma' in Brunnicardi, F., Andersen, D.K., Billiar, T.R., Dunn, D.L., Hunter, J.G., Matthews, J.B., Pollock, R.E. (eds), Schwartz's Principles of Surgery. 10th ed. McGraw-Hill Education, pp.161–226.

12. Edwards, D., McMenemy, L., Stapley, S., Patel, H., Clasper, J.C. (2016). '40 years of terrorist bombings—a meta-analysis of the casualty and injury profile'. *Injury*, 47(3), pp.646–652.
13. Lefering, R. (2012). 'Trauma scoring systems'. *Curr Opin Crit Care*, 18(6), pp.637–640.
14. Sartorius, D., Le Manach, Y., David, J.S., Rancurel, E., Smail, N., Thicoipé, M. Et all. (2010). 'Mechanism, Glasgow Coma Scale, age, and arterial pressure (MGAP): a new simple prehospital triage score to predict mortality in trauma patients'. *Crit Care Med*, 38(3), pp.831–837.
15. Baker SP, O'Neill B, Haddon W, Long WB. The Injury Severity Score: a method for describing patients with multiple injuries and evaluating emergency care. *J Trauma*. 1974;14(3):187–96.
16. Association for the Advancement of Automotive Medicine, Committee on Injury Scaling. (1990). *The Abbreviated Injury Scale, 1990 Revision (AIS-90)*. Des Plaines, IL: Association for the Advancement of Automotive Medicine.
17. Rapsang, A. G., Shyam, D. C. (2015) Scoring systems of severity in patients with multiple trauma. *Cirugía Española (English Edition)*; 93(4), 213-221.
18. Yılmaz, S., Akıcı, M., Bilgi Kırmacı, M. (eds.) (2022). *Genel Cerrahi Dersleri İkinci Kitap: Travmalı Hastaya Yaklaşım*. 1. baskı. İstanbul: Akademisyen Yayınevi, p.43.
19. Shere-Wolfe RF, Galvagno SM Jr, Grissom TE. (2012) Critical care considerations in the management of the trauma patient following initial resuscitation. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 18;20:68.
20. Tiruvoipati R, Pilcher D, Buscher H, Botha J, Bailey M. (2017) Effects of Hypercapnia and Hypercapnic Acidosis on Hospital Mortality in Mechanically Ventilated Patients. *Crit Care Med*.;45(7):e649-e656.
21. Shere-Wolfe, R.F., Galvagno, S.M. Jr, Grissom, T.E. (2012). 'Critical care considerations in the management of the trauma patient following initial resuscitation'. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*, 20:68.

22. Aydın, B.G., Ayoğlu, H. (2019). ‘Travma hastasında sıvı resüsitasyonu ve transfüzyon yönetimi’. In: Gura Çelik, M. (ed.), Travma, Anestezi ve Yoğun Bakım. 1. baskı. Ankara: Türkiye Klinikleri, pp.21–31.
23. Bonanno FG. (2022) Management of Hemorrhagic Shock: Physiology Approach, Timing and Strategies. *J Clin Med.* 29;12(1):260.
24. Haas, T., Fries, D., Tanaka, K.A., Asmis, L., Curry, N.S., Schöchl, H. (2015). ‘Usefulness of standard plasma coagulation tests in the management of perioperative coagulopathic bleeding: is there any evidence?’. *Br J Anaesth*, 114(2), pp.217–224.
25. Brohi, K., Cohen, M.J., Ganter, M.T., Schultz, M.J., Levi, M., Mackersie, R.C., Pittet, J.F. (2008). ‘Acute coagulopathy of trauma: hypoperfusion induces systemic anticoagulation and hyperfibrinolysis’. *J Trauma*, 64(5), pp.1211–1217; discussion 1217.
26. Chang R, Holcomb JB. Optimal Fluid Therapy for Traumatic Hemorrhagic Shock. *Crit Care Clin.* 2017 Jan;33(1):15-36.
27. Cohen M, Monaghan SF. Hemorrhagic shock and fluid dynamics. *Physiol Rep.* 2021 Mar;9(6):e14813.
28. Tran A, Yates J, Lau A, Lampron J, Matar M. (2018) Permissive hypotension versus conventional resuscitation strategies in adult trauma patients with hemorrhagic shock: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *J Trauma Acute Care Surg.* ;84(5):802-808.
29. Markl-Le Levé A, Haller I, Bachler M. (2025) Fluid management in hemorrhagic shock. *Curr Opin Anaesthesiol.* 1;38(3):316-322.
30. Holcomb, J.B., del Junco, D.J., Fox, E.E., Wade, C.E., Cohen, M.J., Schreiber, M.A. et al. (2013) ‘The prospective, observational, multicenter, major trauma transfusion (PROMMTT) study: comparative effectiveness of a time-varying treatment with competing risks’. *JAMA Surg.*, 148(2), pp.127–136.
31. Shaz, B.H., Winkler, A.M., James, A.B., Hillyer, C.D., MacLeod, J.B. (2011). ‘Pathophysiology of early trauma-induced coagulopathy: emerging evidence for hemodilution and coagulation factor depletion’. *J Trauma*, 70(6), pp.1401–1407.

32. Konstantinidis, A., Inaba, K., Dubose, J., Barmparas, G., Talving, P., David, J.S., Lam, L., Demetriades, D. (2011). 'The impact of nontherapeutic hypothermia on outcomes after severe traumatic brain injury'. *J Trauma*, 71(6), pp.1627–1631.
33. Kempainen, R.R., Brunette, D.D. (2004). 'The evaluation and management of accidental hypothermia'. *Respir Care*, 49(2), pp.192–205. [PMID: 14744270].
34. Van Veelen MJ, Brodmann Maeder M. (2021) Hypothermia in Trauma. *Int J Environ Res Public Health*. 18;18(16):8719.
35. Aurbach, G., Marx, S., Spiegel, A. (1992). 'Parathyroid hormone, calcitonin, and the calciferols'. In: Wilson, J., Foster, D. (eds.), *Williams Textbook of Endocrinology*. Philadelphia: WB Saunders, pp.1397–1476.
36. Zhou, Y., Xue, S., Yang, J.J. (2013). 'Calciomics: integrative studies of Ca²⁺-binding proteins and their interactomes in biological systems'. *Metallomics*, 5(1), pp.29–42.
37. Goodman, W.G., Quarles, L.D. (2002). 'Mineral homeostasis and bone physiology'. In: Olgaard, K. (ed.), *Bone and Mineral Metabolism in CKD*. 1st edn. pp.3–10.
38. Nordin BE. Calcium and osteoporosis. *Nutrition*. 1997;13(7-8):664-86.
39. Institute CaLS. (2001). *Ionized calcium determinations: precollection variables, specimen choice, collection, and handling; approved guideline—second edition*. Wayne, PA: NCCLS.
40. Uysal AR. (2021) Kemik ve Mineral Metabolizması. Ed. İlçin G, Biberoğlu K, Süleymanlar G, Ünal S. İç Hastalıkları. 2.Baskı, Güneş kitapevi, 2449-2462.
41. Thongprayoon, C., Cheungpasitporn, W., Hansrivijit, P., Medaura, J., Chewcharat, A., Mao, M.A., Bathini, T., Vallabhajosyula, S., Thirunavukkarasu, S., Erickson, S.B. (2020). 'Impact of changes in serum calcium levels on in-hospital mortality'. *Medicina (Kaunas)*, 56(3), Art.106.
42. 107. Canario A, Flik G. (2007) Endocrinology of calcium homeostasis. *Gen Comp Endocrinol*. 152(2 3):242.
43. Zheng, J., Zeng, X., Wang, S. (2015). 'Calcium ion as cellular messenger'. *Sci China Life Sci*, 58(1), pp.1–5.

44. Keung, L., Perwad, F. (2018). 'Vitamin D and kidney disease'. Bone Reports, 9, pp.93–100.
45. Zhang C, Miller CL, Brown EM, Yang JJ. (2015) The calcium sensing receptor: from calcium sensing to signaling. Sci China Life Sci ;58(1):14-27.
46. Drüeke, T.B., Lacour, B. (2003). 'Disorders of calcium, phosphate, and magnesium metabolism'. In: Johnson, R., Feehally, J. (eds.), Comprehensive Clinical Nephrology. 2nd edn. Spain: Mosby, pp.123–126.
47. Tfelt-Hansen J, Brown EM. (2005) The calcium-sensing receptor in normal physiology and pathophysiology: a review. Crit Rev Clin Lab Sci. 42(1):35-70.
48. Munoz, F., Hu, H. (2016). 'The role of store-operated calcium channels in pain'. Advances in Pharmacology, 75, pp.139–151.
49. Brown EM, Pollak M, Hebert SC. (1998) The extracellular calcium-sensing receptor: its role in health and disease. Annu Rev Med. 49:15-29.
50. AltunbaşH. (2000) Serum Kalsiyum ve Fosfat Anormalliği Olan Hasta. Süleyman G.5. Baskı, Ankara: Güneş Kitabevi, 63-79.
51. Maier JD, Levine SN. (2015) Hypercalcemia in the Intensive Care Unit: A Review of Pathophysiology, Diagnosis, and Modern Therapy. J Intensive Care Med. 30(5):235-52.
52. Giancarelli, A., Birrer, K.L., Alban, R.F., Hobbs, B.P., Liu-DeRyke, X. (2016). 'Hypocalcemia in trauma patients receiving massive transfusion'. J Surg Res, 202(1), pp.182–187.
53. Schaid TR Jr, LaCroix I, Cohen MJ, Hansen KC, Moore EE, Sauaia A et al. (2023) METABOLOMIC AND PROTEOMIC CHANGES IN TRAUMA-INDUCED HYPOCALCEMIA. Shock. 1;60(5):652-663. D
54. Kronstedt, S., Roberts, N., Ditzel, R., Elder, J., Steen, A., Thompson, K., Anderson, J., Siegler, J. (2022). 'Hypocalcemia as a predictor of mortality and transfusion: a scoping review of hypocalcemia in trauma and hemostatic resuscitation'. Transfusion, 62 Suppl 1, pp.S158–S166.

55. Buzzard L, Schreiber M. Trauma-induced coagulopathy: What you need to know. *J Trauma Acute Care Surg*. 2024 Feb 1;96(2):179-185.
56. Ho, K., Yip, C. (2016). 'Concentration-dependent effect of hypocalcaemia on in vitro clot strength in patients at risk of bleeding: a retrospective cohort study'. *Transfus Med*, 26(1), pp.57–62.
57. Byerly S, Inaba K, Biswas S, Wang E, Wong MD, Shulman I, Benjamin E, Lam L, Demetriades D. (2020) Transfusion-Related Hypocalcemia After Trauma. *World J Surg*. 44(11):3743-3750.
58. Vasudeva M, Mathew JK, Groombridge C, Tee JW, Johnny CS, Maini A, et al. (2021) 'Hypocalcemia in trauma patients: A systematic review'. *J Trauma Acute Care Surg*, 90(2), pp.396–402.
59. Chung HS, Cho SJ, Park CS. (2012) Effects of liver function on ionized hypocalcaemia following rapid blood transfusion. *J Int Med Res*. 40(2):572-82.
60. Koklic T, Majumder R, Lentz BR. (2014) 'Ca²⁺ switches the effect of PS-containing membranes on Factor Xa from activating to inhibiting: implications for initiation of blood coagulation'. *Biochem J*, 462, pp.591–601.
61. Kelly A, Levine MA. (2013) 'Hypocalcemia in the critically ill patient'. *J Intensive Care Med*, 28(3), pp.166–177.
62. MacKay EJ, Stubna MD, Holena DN, Reilly PM, Seamon MJ, Smith BP, et al. (2017) 'Abnormal calcium levels during trauma resuscitation are associated with increased mortality, increased blood product use, and greater hospital resource consumption: A pilot investigation'. *Anesth Analg*, 125(3), pp.895–901.
63. Cherry RA, Bradburn E, Carney DE, Shaffer ML, Gabbay RA, Cooney RN. (2006) 'Do early ionized calcium levels really matter in trauma patients'. *J Trauma*, 61, pp.774–779.
64. Magnotti LJ, Bradburn EH, Webb DL, Berry SD, Fischer PE, Zarzaur BL, et al. (2011) 'Admission ionized calcium levels predict the need for multiple transfusions: a prospective study of 591 critically ill trauma patients'. *J Trauma*, 70(2), pp.391–395.
65. Vivien B, Langeron O, Morell E, Devilliers C, Carli PA, Coriat P, Riou B. (2005) 'Early hypocalcemia in severe trauma'. *Crit Care Med*, 33(9), pp.1946–1952.

66. Ciaraglia A, Lumbard D, DeLeon M, Barry L, Braverman M, Schauer S, et al. (2024) ‘Retrospective analysis of the effects of hypocalcemia in severely injured trauma patients’. *Injury*, 55(5):111386.
67. Khafafi B, Garkaz O, Golfiroozi S, Paryab S, Ashouri L, Daei S, et al. (2022) ‘Comparison the ability of quantitative trauma severity assessment methods based on GAP, RTS, and ISS criteria in determining the prognosis of accidental patients’. *Bull Emerg Trauma*, 10(3), pp.122.
68. Akoğlu H, Denizbaşı A, Ünlüer E, Güneysel Ö, Özge O. (2005) ‘Marmara Üniversitesi Hastanesi acil servisine başvuran travma hastalarının demografik özellikleri’. *Marmara Med J*, 18(3), pp.113–122.
69. Ateşçelik M, Gürger M. (2013) ‘Acil servise künt travma ile başvuran hastaların incelenmesi’. *Fırat Tıp Derg*, 18(2), pp.103–108.
70. Zhang GX, Chen KJ, Zhu HT, Lin AL, Liu ZH, Liu LC, et al. (2020) ‘Preventable deaths in multiple trauma patients: the importance of auditing and continuous quality improvement’. *World J Surg*, 44, pp.1835–1843.
71. Şimşek T, Avcı S, Erdoğan MM. Acil servise maksillofasiyal travma ile başvuran hastaların demografik özellikleri ve travma etiyojisi. *Anatolian Curr Med J* 2020. 2(4); 99- 104.
72. Keskinoglu P, İnan F. Analysis of Trauma Cases Admitted to A State Hospital Emergency Department. *GMJ* 2014.25:1-4.
73. Zhu Z, Shang X, Qi P, Ma S. (2017) ‘Sex-based differences in outcomes after severe injury: an analysis of blunt trauma patients in China’. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*, 25(1).
74. Sierink JC, Treskes K, Edwards MJR, Beuker BJA, den Hartog D, Hohmann J, et al. (2016) ‘Immediate total-body CT scanning versus conventional imaging and selective CT scanning in patients with severe trauma (REACT-2): a randomised controlled trial’. *Lancet*, 388(10045), pp.673–683.
75. Zieleskiewicz L, Fresco R, Duclos G, et al. (2018) ‘Integrating extended focused assessment with sonography for trauma (eFAST) in the initial assessment of severe trauma: Impact on the management of 756 patients’. *Injury*, 49(10), pp.1774–1780.

76. Verma V, Singh A, Singh GK, Kumar S, Sharma V, Kumar A, Kumar V. (2017) 'Epidemiology of trauma victims admitted to a level 2 trauma center of North India'. *Int J Crit Illn Inj Sci*, 7(2), pp.107–112.
77. Mutschler M, Nienaber U, Brockamp T, Wafaisade A, Fabian T, Paffrath T, et al. (2013) 'Renaissance of base deficit for the initial assessment of trauma patients: a base deficit-based classification for hypovolemic shock developed on data from 16,305 patients derived from the TraumaRegister DGU®'. *Crit Care*, 17(2):R42.
78. Callaway DW, Shapiro NI, Donnino MW, Baker C, Rosen CL. Serum lactate and base deficit as predictors of mortality in normotensive elderly blunt trauma patients. *J Trauma*. 2009 Apr;66(4):1040-4.
79. Jennett B, Teasdale G, Braakman R, et al. Predicting outcome in individual patients after severe head injury. *Lancet*. 1976; 1: 103 1-1034.
80. Matis G, Birbilis T. The Glasgow Coma Scale-a brief review. Past, present, future: *Acta Neurol Belg* 2008;108:75-89.
81. Manuel VR, Martin SA, Juan SR, Fernando MA, Frerk M, Thomas K, Christian H. (2015) 'Hypocalcemia as a prognostic factor in mortality and morbidity in moderate and severe traumatic brain injury'. *Asian J Neurosurg*, 10(3), pp.190–194.
82. Wray JP, Bridwell RE, Schauer SG, Shackelford SA, Bebart VS, Wright FL, et al. (2021) 'The diamond of death: Hypocalcemia in trauma and resuscitation'. *Am J Emerg Med*, 41, pp.104–109.
83. Helsloot D, Fitzgerald M, Lefering R, Verelst S, Missant C; TraumaRegister DGU. (2023) 'Trauma-induced disturbances in ionized calcium levels correlate parabolically with coagulopathy, transfusion, and mortality: a multicentre cohort analysis from the TraumaRegister DGU®'. *Crit Care*, 27(1):267.
84. Chanthima P, Yuwapattanawong K, Thamjamrassri T, Nathwani R, Stansbury LG, Vavilala MS, Arbabi S, Hess JR. (2021) 'Association between ionized calcium concentrations during hemostatic transfusion and calcium treatment with mortality in major trauma'. *Anesth Analg*, 132(6), pp.1684–1691.
85. Ross SW, Thomas BW, Christmas AB, Cunningham KW, Sing RF. (2017) 'Returning from the acidotic abyss: Mortality in trauma patients with a pH < 7.0'. *Am J Surg*, 214(6), pp.1067–1072.

86. Qi J, Bao L, Yang P, Chen D. (2021) 'Comparison of base excess, lactate and pH predicting 72-h mortality of multiple trauma'. *BMC Emerg Med*, 21(1):80.
87. Aoki M, Abe T, Komori A, Katsura M, Matsushima K. (2024) 'Association between whole blood ratio and risk of mortality in massively transfused trauma patients: retrospective cohort study'. *Crit Care*, 28(1):253.
88. Jennings LK, Watson S. (2023) 'Massive Transfusion'. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan-. PMID: 29763104.
89. Cherry RA, Bradburn E, Carney DE, Shaffer ML, Gabbay RA, Cooney RN. (2006) 'Do early ionized calcium levels really matter in trauma patients?'. *J Trauma*, 61(4), pp.774–779.